



**UNIVERSIDADE DE CABO VERDE**

**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Licenciatura em Geologia – Ramo Educacional**

**Trabalho Científico apresentado á UNICV para obtenção do grau  
de Licenciatura em Geologia**

**INTRUSÃO SALINA NO COCELHO DE SANTA CATARINA**

**Autora: Ana Ivete Silva Fernandes**

**Orientador: Dr. Alberto da Mota Gomes**

**Praia, Setembro de 2010**

## **Departamento de Geociências**

**TEMA:**

**INTRUSAO SALINA NO CONCELHO DE SANTA CATARINA**

Elaborado por: **Ana Ivete Silva Fernandes**

**Sob a Orientação do:**

**Dr. Alberto da Mota Gomes**

Aprovado pelos membros do júri e homologado pelo Concelho Científico, como requisito parcial á obtenção do grau de Licenciatura em Geologia ramo Educacional.

**O Júri**

---

---

---

Praia \_\_\_\_/\_\_\_\_/2010

## AGRADECIMENTOS

Não será possível a elaboração de um trabalho científico sem a contribuição de outrem. Por isso gostaria de manifestar a minha profunda gratidão a todos que directa ou indirectamente contribuíram para o êxito deste trabalho, pois sem as suas contribuições não seria possível o término deste curso.

Primeiramente agradeço a Deus, pela força, saúde e coragem para enfrentar as dificuldades encontradas ao longo do trabalho.

Um apreço especial vai para **DR Alberto da Mota Gomes** pelo tempo disponibilizado, pela orientação e apoio que me deu desde que aceitou ser meu orientador, até à conclusão deste trabalho.

Quero deixar os meus agradecimentos ao pessoal do departamento de Geociências e a todos os professores do Instituto Superior de Educação, em especial à Dra. Sónia Victória, Dr. José Manuel Pereira, Eng.º António Advino Sabino que contribuíram para o aumento do meu conhecimento.

Um agradecimento muito especial ao Sr. Ricardo e o Sr. Alfama do Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos **INGRH**, pelo apoio e pela disponibilidade no fornecimento de dados importantes para realização do trabalho

Agradeço ainda aos funcionários da câmara municipal pelo apoio que me tem prestado e em especial ao Sr. João Silva delegado do SAAS de Santa Catarina.

Agradeço a minha orientadora do estágio, a professora Luísa Almeida pelo apoio prestado e pela paciência e dedicação prestada.

Aos meus colegas do curso de geologia, especialmente os do ramo educacional, pelo convívio, camaradagem e amizades cultivados no decorrer desses anos de formação, e também a todos os meus colegas de trabalho da Escola Técnica de Santa Catarina.

Um especial agradecimento a todos os meus familiares, especialmente aos meus queridos filhos, pais, irmãos e sobrinhos pelo esforço, amor, carinho, enfim, por tudo o que fizeram.

Enfim agradeço a todas as instituições e as entidades que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

## **Dedicatória**

**Dedico este trabalho ao meu estimado pai Álvaro Silva Fernandes, recentemente falecido, à minha mãe Guilhermina pela vida, amor, carinho que me deram e pela educação que me proporcionaram, e em especial aos meus queridos filhos Davidson e Darliane.**

## AGRADECIMENTOS

Não será possível a elaboração de um trabalho científico sem a contribuição de outrem. Por isso gostaria de manifestar a minha profunda gratidão a todos que directa ou indirectamente contribuíram para o êxito deste trabalho, pois sem as suas contribuições não seria possível o término deste curso.

Primeiramente agradeço a Deus, pela força, saúde e coragem para enfrentar as dificuldades encontradas ao longo do trabalho.

Um apreço especial vai para **Dr. Alberto da Mota Gomes** pelo tempo disponibilizado, pela orientação e apoio que me deu desde que aceitou ser meu orientador, até à conclusão deste trabalho.

Quero deixar os meus agradecimentos ao pessoal do departamento de Geociências e a todos os professores da Universidade de Cabo Verde, em especial à Dra. Sónia Victória, Dr. José Manuel Pereira, Eng.º António Advino Sabino que contribuíram para o aumento do meu conhecimento.

Um agradecimento muito especial ao Sr. Ricardo do Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos **INGRH**, pelo apoio e pela disponibilidade no fornecimento de dados importantes para realização do trabalho

Agradeço ainda aos funcionários da câmara municipal pelo apoio que me tem prestado e em especial ao SR João Silva delegado do SAAS de Santa Catarina.

Agradeço a minha orientadora do estágio, a professora Luísa Almeida pelo apoio prestado e pela paciência e dedicação prestada.

Aos meus colegas do curso de geologia, especialmente, os do ramo educacional, pelo convívio, camaradagem e amizades cultivados no decorrer desses anos de formação, e também a todos os meus colegas de trabalho da Escola Técnica de Santa Catarina.

Um especial agradecimento a todos os meus familiares, especialmente aos meus queridos pais, irmãos, sobrinhos e especialmente aos meus queridos filhos pelos esforços, amor, carinho, enfim por tudo o que fizeram.

Enfim agradeço a todas as instituições e as entidades que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

<b>INDICE</b>	<b>-paginas</b>
<b>INTRODUCAO-----</b>	<b>12</b>
<b>I - ENQUADRAMENTO DA REPUBLICA DE CABO VERDE</b>	
1.1 Origem e situação geográfico-----	15
1.2 Aspecto climáticos-----	19
1.3 Aspectos geomorfológicos-----	-19
1.4 Sequência Vulcano-Estratigráfico Comparada das ilhas da Republica de Cabo Verde	20
1.4.1 Tabela Estratigráfica Comparada-----	
<b>II - ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO</b>	
2.1 Origem e Situação Geográfica-----	-28
2.2 Aspectos Climáticos-----	32
2.3 Aspectos Geomorfológicos-----	-33
2.4 Geologia-----	39
2.5 Hidrogeologia-----	44
<b>III-ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CATARINA</b>	
3.1 Localização Geográfica e Populacional-----	46
3.2 Situação socio-económico-----	50
3.3 Aspectos climáticos -----	51
3.4 Aspectos geomorfológicos-----	52
3.5 Geologia-----	53
3.5.1 Características gerais-----	53
3.5.2 Sequencia Vulcano-Estratigráfico-----	55
3.6 Hidrogeologia-----	55



<b>3.6.1</b>	<b>Considerações gerais</b>	<b>55</b>
<b>3.6.2</b>	<b>As grandes unidades Hidrogeológicas</b>	<b>55</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Inventários de pontos de água</b>	<b>56</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Pontos de água monitorizados pelo INGRH</b>	<b>61</b>

#### **IV-PROBLEMATICA DA INTRUSAO SALINA NO CONCELHO DE SANTA CATARINA**

<b>4.1</b>	<b>Considerações gerais</b>	<b>67</b>
<b>4.2</b>	<b>Aspectos dinâmicos e físicos do movimento simultâneo de água doce e salgada</b>	<b>69</b>
<b>4.3</b>	<b>Exploração de aquíferos costeiros</b>	<b>70</b>
<b>4.4</b>	<b>Controle da Intrusão Salina</b>	<b>71</b>
<b>4.5</b>	<b>A necessidade de construção de dispositivos de recarga do aquífero e de retenção de águas Superficiais como factores de luta contra intrusão salina</b>	<b>73</b>
<b>4.6</b>	<b>Impacto da Intrusão salina</b>	<b>74</b>
<b>Conclusões e Recomendações</b>		<b>77</b>
<b>Bibliografias</b>		<b>78</b>
<b>Anexos</b>		<b>79</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Nº de figura</b>	<b>pág.</b>
Fig.1.1.1-Mapa da distribuição das ilhas nos três pedestrais	15
Fig.2.1.1Distribuições dos Concelhos	33
Fig.2.3.1Grandes unidades geomorfológicas	34
Fig.2.3.2 Ribeira de Sanção -Santa Catarina	38
Fig.2.4.1 conglomerados assentes sobre chaminé fonolítica	41
Fig.2.4.2 Brechas de formação dos flamengos	41
Fig.2.4.3 Materiais piroclásticos intercalados	42
Fig.2.4.4 Monte das vacas	43
Fig.2.5.1 As grandes unidades hidrogeológicas	45
Fig.3.1.1 Mapa administrativo do Concelho de Santa Catarina	49
Fig.3.3.1 –Anexo- Apanha de areia e de cascalho –Ribeira da Barca	80
Fig.3.3.2 Anexo -Vegetação destruída	80
Fig.3.3.3- Anexo-Zona costeira	80
Fig.3.4.1- Anexo- Ribeira de Sanção	81
Fig.3.4.2- Anexo- Desvegetalização na Ribeira de Charco	83
Fig.3.6.2-As unidades hidrogeológicas	55
Fig.3.6.3.1 Mapa de furos de exploração para o abastecimento	68
Fig.3.6.4.1 -Anexo- furo FBE-170	82
Fig.3.6.4.2 -Anexo- furos pertencentes á associação ABN	82
Fig.4.1.1 -Anexo- redução na produção agrícola -zona João Gago	83
Fig.4.1.2-Anexo-agua do mar em direcção aos furos	83
Fig.4.1.2AnexoApanha desenfreada de areia nas praias	84
Fig. 4.1.3 Anexo-parte terminal da Ribeira de Charco	

Fig.4.3.1	Aquífero costeiro	
Fig.4.3.2	-Anexo-vegetação destruída na zona de João Gago	84
Fig.4.3.3	-Anexo-zona costeira	85
Fig.4.5	Anexo-Barragem de Poilao-Santa Cruz	85
Fig.4.6.1	Anexo-furo 201	86
Fig.4.6.2	anexo-zona com pouco rendimento agrícola	86

## INDICE DE TABELAS

Tab.1.1.1	-Dimensoes das ilhas e ilhéus	18
Tab.1.4.1.4	-Sequencia estratigráfica comparada das ilhas de Cabo Verde	89
Tab.2.1.1	-Distribuições dos concelhos	29
Tab.3.1.1	Distribuições das localidades do Concelho de Santa Catarina	49
Tab.3.6.3.1	-Pontos de água explorado no concelho	58
Tab.3.6.3.2	-Furos de exploração no concelho	61
Tab.3.6.4.1	-Furos monitorizados pelo INGRH	64
Tab.3.7.1	Volume de água produzida e distribuída	65
Tab.4.1.1	-Condutividade de alguns furos no concelho	67

## INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos é uma das riquezas naturais que as ilhas de Cabo Verde dispõem. Com isso é de salientar que Santiago é uma ilha que possui essa potencialidade, mas no que concerne aos recursos hídricos, Santa Catarina um dos Concelho que faz parte dessa ilha também sofre com a problemática da **Intrusão Salina** devido a vários factores como a, apanha descontrolada de areia nas Praias

O Concelho de Santa Catarina é o 2º maior da ilha, fica situado na parte central e litoral Leste da ilha e encontra-se delimitada da seguinte forma:

- A Norte pelo Concelho do Tarrafal;
- A Sul pelo Concelho de São Salvador do Mundo;
- A Este pelo Concelho de Santa Cruz;
- A Oeste pelo mar.

A escolha do tema “ Intrusão salina no concelho de Santa Catarina”prende-se com a sua própria importância e o interesse que despertou em mim, durante o meu percurso académico no Instituto Superior da Educação, e de debruçar sobre as varias disciplinas que fizeram parte do meu plano curricular do curso de licenciatura em Geologia e ainda incentivada pela reportagem transmitida pela TCV, onde achei por bem pesquisar um pouco sobre este tema.

Entre as diversas formas de garantir o desenvolvimento do Concelho e da Cidade, acompanhando outros que se tem como referencia, está o aproveitamento geológico nas suas múltiplas áreas já que o Concelho dispõe de grande quantidade de água por se encontrar entre os dois principais maciços montanhosos da ilha.

Por isso o nosso objectivo é de estudar e pesquisar os recursos hídricos, bem como a maneira como se processa a contaminação salina e também as respectivas medidas de combate.

A metodologia utilizada consistiu essencialmente em pesquisa e análise bibliográficas e visitas de campo.

Para a sua realização, foram necessários certos procedimentos tais como:

- Escolha do tema
- Elaboração do plano;
- Pesquisas bibliográficas;
- Visita de campo
- Elaboração do trabalho

Alem da introdução onde se fez o enquadramento do trabalho, os objectivos preconizados, a metodologia seguida, a justificação da importância do tema, o presente trabalho está estruturado em quatro capítulos.

### **Tema: Intrusão Salina no Concelho de Santa Catarina**

#### **Introdução**

No primeiro capítulo «Enquadramento da Republica de Cabo Verde» realçamos algumas considerações gerais sobre o Pais, sua situação geográfica, alguns aspectos climáticos, geomorfológicos e ainda os aspectos geológicos tendo em conta a sua sequência Vulcano-Estratigráfico.

No segundo capítulo «Enquadramento da ilha de Santiago» debruçamos sobre a sua origem, aspectos climáticos, aspectos geomorfológicos, aspectos geológicos e aspectos Hidrogeológicas.

O terceiro capítulo centra-se no «Enquadramento do Concelho de Santa Catarina» fazendo destaque a sua localização geográfica, situação socio-económico, aspectos climáticos, aspectos geomorfológicos, sua geologia e ainda a sua hidrogeologia.

No ultimo capítulo «Intrusão salina no Concelho de Santa Catarina», o capítulo que constitui o nosso objectivo de estudo, debruçamos sobre a algumas considerações sobre as causas da intrusão salina, aspectos dinâmicos e físicos do movimento simultâneo da agua doce e salgada, exploração de aquíferos costeiros, controle da intrusão salina, necessidade de construção de dispositivos de recarga do aquífero e de retenção de águas superficiais como

factores de luta contra intrusão salina e impacto da intrusão salina no Concelho de Santa Catarina.

Por fim, fez-se a conclusão e as recomendações, a apresentação da bibliografia consultada e apresentação dos anexos.

## I – ENQUADRAMENTO DA REPUBLICA DE CABO VREDE

### 1.1 Origem e Situação Geográfica

As ilhas de Cabo Verde elevam-se de um soco submarino em forma de ferradura, situado aproximadamente a 3000 metros de profundidade. Deste soco emergem 3 pedestais distintos (fig.1 1.1) Bebiano, (1932):

- A Norte compreende as ilhas de St.º Antão, S.Vicente, Santa Luzia S.Nicolau e os ilhéus Boi, Pássaros, Branco e Raso;
- A Leste e Sul englobando as ilhas de Sal, Boa Vista, Maio, Santiago e os ilhéus Rabo de Junco, Curral do Dadó. Fragata, Santa Maria, Baluarte e Chano;
- A Oeste com as ilhas do Fogo e Brava e os ilhéus Grande, Luís Carneiro e de Cima;

As ilhas ficam situadas a cerca de 500Km a Oeste da Costa Africana e 2000Km a Leste do actual “ríf” da Crista Média Atlântica entre os paralelos 17º 13’ (Ponta Cais dos Fortes – St.º Antão) e 14º 48’ (Ponta de Nho Martinho - Brava) de latitude Norte e entre os meridianos 22º 42’ (Ilhéu Baluarte- Boa Vista) e 25º 22’ (Ponta Chã de Mangrado –St.º. Antão) de longitude Oeste de Greenwich ( Bebiano, 1932).

O arquipélago é constituído por dez ilhas e vários ilhéus que estão reunidos em dois grupos em relação ao vento dominante (Alísios) que sopra de nordeste.

- O grupo de Sotavento que engloba as ilhas de Maio, Santiago, Fogo e Brava e os ilhéus Luís Carneiro, Santa Maria, Grande e de Cima;

- O grupo de Barlavento que compreende as ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boa Vista e os restantes ilhéus.

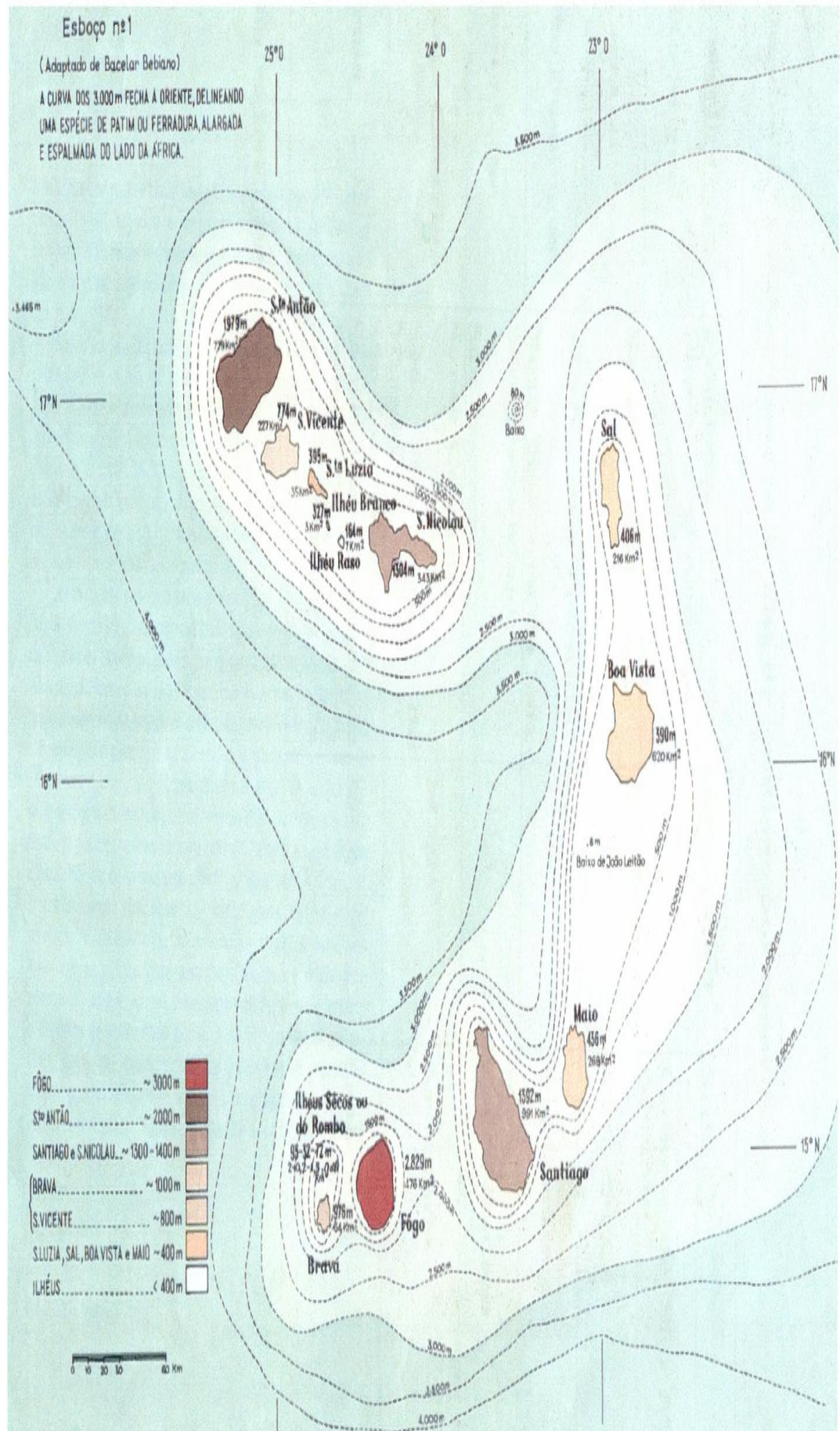
A superfície de área é de 4033Km<sup>2</sup>, sendo a superfície emersa de 600.000Km<sup>2</sup> incluindo as águas territoriais. As ilhas apresentam dimensões variáveis quanto a superfície de área, largura, comprimento e altitude.

De acordo com Bebiano (1932), do ponto de vista genético e geotectónico, as ilhas teriam sido formadas na sequência de várias erupções vulcânicas submarinas sendo a primeira do tipo central, mais tarde complementada por uma rede fissural.

Algumas evidências permitem concluir que os fenómenos vulcânicos responsáveis pela formação destas ilhas, se desencadearam ao longo de uma fractura de orientação E-W (a orientação e forma de algumas ilhas situadas a Oeste da ilha do Sal, apontam para uma distribuição das mesmas, de forma alinhada, obedecendo a direcção E-W. Esta posição é corroborada pela orientação dos inúmeros diques e filões existentes na ilha de Santo Antão. O relevo submarino das ilhas do grupo de Sotavento aponta também para uma orientação semelhante).

A maior parte das ilhas é dominada por emissões de escoadas lávicas e materiais piroclásticos subaéreos (escórias, lapilli e cinzas), predominantemente de natureza basáltica (Assunção, 1968).





**Fig.1.1.1.- Distribuição das ilhas de Cabo Verde nos três Pedestais**  
**Fonte: Bebiano, 1932)**

**Tab. 1.1.1 Dimensões das ilhas e ilhéus**

<b>ILHAS ILHEUS</b>	<b>Superfície (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Comprimento Máximo (m)</b>	<b>Largura Máxima (m)</b>	<b>Altitude Máxima (m)</b>
Santo Antão	779	42.750	23.970	19.79
São Vicente	227	24.250	16.250	725
Santa Luzia	35	13.370	5.350	395
Ilhéu Branco	3	3.975	1.270	327
Ilhéu Raso	7	3.600	2.770	164
São Nicolau	343	44.500	22.000	1304
Sal	216	29.700	11.800	406
Boa Vista	620	28.900	30.800	378
Maio	269	24.100	16.300	436
Santiago	991	54.900	28.800	13.94
Fogo	476	26.300	23.900	2.829
Brava	64	10.500	9.310	976
Ilhéu Grande	2	2.350	1.850	95
Ilhéu Carneiro	0.22	1.950	500	32
Ilhéu de Cima	1.15	2.400	750	77

**Fonte: J. Barcelar Bebiano, in «A Geologia do Arquipélago de Cabo Verde, 1932».**

## **1.2- Aspectos Climáticos (Amaral, 1964)**

Devido à sua posição, na parte mais setentrional da zona Saheliana, Cabo Verde, apresenta um clima árido e semi-árido entre as altas pressões subtropicais (anticiclones dos Açores) e as baixas pressões equatoriais (Frente Inter-Tropical - FIT).

No entanto, a temperatura é moderada devido às influências marítimas. Sob a influência alternada dos ventos alísios de nordeste o arquipélago apresenta duas estações:

-Húmida ou “das águas,” que vai de Agosto a Outubro.

-Seca ou “das brisas,” que vai de Dezembro a Junho.

Os meses de Julho e Novembro são de transição, visto que podem fazer parte da estação ou da estação seca.

Alem dos ventos alísios que ocorre em Cabo Verde há influencia do harmatão (vento quente e seco) que vem de Leste e Monção do Atlântico Sul ( vento quente e húmido) que vem do Oeste e Sudoeste.

O relevo influencia o clima, isto porque verifica-se a presença frequente de nevoeiro nas zonas altas, o que não se verifica nas zonas baixas. E neste sentido que as ilhas Orientais são áridas e semi-áridas por serem planas e, por outro lado, as ilhas montanhosas, principalmente as com vertentes voltadas a Norte e Nordeste são verdejantes.

## **1.3 Aspectos Geomorfológicos (Marques, 1990)**

A geomorfologia do arquipélago de Cabo Verde é muito complexa, mas cada ilha apresenta o seu tipo de relevo que está agrupada em:

1. Ilhas montanhosas, caracterizadas por relevos bastantes acentuados, inúmeras cadeias montanhosas, vales profundos e estreitos e picos alongados, como é o caso das ilhas de Santo Antão, Brava, Fogo, S.Nicolau e Santiago;
2. Ilhas planas, que apresentam zonas planas e com uma certa extensão, como è o caso das ilhas de Maio, Sal, Boa Vista e Santa Luzia.

São Vicente è considerada uma ilha de posição intermédia.

A maior elevação observada, é a do Pico do Vulcão do Fogo, com 289m de altitude e, a menor, é observada na ilha de Boa Vista, com 387m (Monte Estancia).

Pode se verificar que no arquipélago existem cones vulcânicos, tais como: Topo de Coroa com 1979m, na ilha de Santo Antão, Monte Grande, com 406m, na ilha do Sal, Monte das Vacas, com 200m, na ilha de Santiago e o Monte Viana, com 725m, na ilha de São Vicente.

Nas ilhas existem varias ribeiras que são de curso temporário (transportam agua só quando chove) escavando leitos no seu percurso originando dois tipos de perfis transversais que se relacionam com o modo de jazida e o grau de frescura das rochas que a constituem:

1-Perfil transversal em **U** - os seus leitos são escavados em mantos basálticos relativamente recentes.

2-Perfil transversal em **V** – implantado em formações mais antigas, branda  
Com determinada percentagem de argila.

#### **1.4 Sequencia vulcano- Estratigráfica comparada das ilhas da Republica de Cabo Verde**

A aproximação dos continentes americano e africano, de modo a que as isócronas 140 M.a coincidam com a crista media oceânica, permite obter um oceano reconstruído que teria uma abertura de aproximadamente 1900Km. Há 140M.a. ainda não existiam as ilhas da republica de Cabo Verde, uma vez que a zona onde se situam não se formara ainda. E a partir deste momento que começaram a depositar-se sedimentos, onde, mais tarde, se edificaram as ilhas de Cabo Verde “Serralheiro (1976). São estes depósitos que constituem o substrato do arquipélago e que, provavelmente, deverão encontrar-se em toda a plataforma de Cabo Verde.

##### **1.4.1- Tabela Estratigráfica Comparada**

A Republica de Cabo Verde entendeu por bem lançar um concurso internacional, através do Ministério do Turismo, da Industria e do Comercio, para a realização do “Projecto de Valorização dos Recursos Minerais da Republica de Cabo Verde”, tendo sido escolhida a Empresa Multirocha, Rochas Ornamentais, S.A. e assinado o respectivo contrato na Cidade da Praia, a 5 de Março de 1992.

Para o desenvolvimento do citado projecto, ambicioso e de duração bastante curta para os objectivos preconizados, foi constituída uma equipa composta pelo Dr. Victor Pereira e pelo Eng.º Daniel de Carvalho, da Multirocha, de Portugal, e pelo Doutor Alberto da Mota Gomes, da então junta dos recursos Hídricos do Ministério do Desenvolvimento Rural e Pescas, de Cabo Verde.

De imediato à assinatura do contrato, a tarefa primaria foi dirigida à recolha da documentação e à sua análise, nos diversos Departamentos Governamentais, quer na Capital do Pais, quer nos Municípios das ilhas de maiores potencialidades, à procura de toda a informação geológica de algum lodo ligada aos recursos minerais. Também, em Lisboa, foi desenvolvido trabalho idêntico nos arquivos do Instituto de Investigação Cientifica Tropical (IICT).

Conclui-se da extensa “Nota Bibliográfica”, que os trabalhos são de inegável qualidade científica, publicados ou não, que contenham referencias de natureza geológica da Republica de Cabo Verde e que interessa à problemática dos recursos minerais do Arquipélago e seguir algumas pistas sobre as potencialidades que, em termos económicos, os diversos trabalhos possam levantar.

Assim, entendeu-se que era de extrema importância realizar uma visita a todas as ilhas do Pais, com o objectivo fundamental não apenas de observar no terreno, os aspectos peculiares das diversas unidades cartografadas, mas também e, principalmente, ajuizar numa primeira análise, das suas potencialidades como produtoras de materiais possíveis de justificar o seu aproveitamento em termos económicos, quer alimentando industrias transformadoras a implantar localmente, quer mesmo visando a exportação.

Digno de registro na altura, Agosto de 1993, já se tinha dito o seguinte:”Neste domínio da documentação disponível, è justo realçar o excelente trabalho que o Centro de Geologia do Instituto da Investigação Cientifica Tropical (IICT), de Portugal, tem desenvolvido com a publicação de cartografia geológica de rara qualidade. Pena é que ainda não possamos dispor das cartas geológicas das ilhas da S.Vicente e de St.º Antão e que não tenham sido revistas as cartas geológicas das ilhas do Fogo e da Brava, completamente desenquadrada do esquema Vulcano-Estratigráfico geral defendido para o resto do Pais “

Relativamente à ilha da Boa Vista elaborou-se o esboço geológico e a respectiva notícia explicativa mas até à presente data não foi possível publicar a carta geológica em termos definidos.

Também a carta geológica da ilha do Maio necessita da revisão, ainda que seja um bom auxiliar para quem se desloca ao campo.

Somos de parecer que os jovens geólogos formados pelo Instituto Superior da Educação (ISE), em colaboração e apoio dos professores \ geólogos Portugueses, principalmente da Universidade de Lisboa e do Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) de Lisboa, podem fazer como sua essa responsabilidade!

Devido ao rigor dos trabalhos desenvolvidos pelos professores Doutores António Serralheiro e Mato Alves e pelos investigadores do Centro de Geologia do Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT), nomeadamente o Doutor Luís Celestino Silva e o Doutor João Rocha de Macedo, segui-lo-emos como excelentes documentos de apoio que constituem.

A maior parte do arquipélago em Cabo Verde encontra-se Cartografada do ponto de vista geológico, tendo Serralheiro (1976) proposto um esquema Vulcano-Estratigrafico que permite estabelecer uma sequencia de acontecimentos Geológicos comparável em todas as ilhas.

Apenas a ilha do Maio mostra algumas diferenças relativamente ao conjunto; efectivamente a superfície é predominantemente constituída por formações sedimentares datadas como Jurássico e Cretácico: consequentemente, mais antigas do que os fenómenos vulcanos que deram origem à instalação do arquipélago.

Alves e tal., (1979) confirmaram o esquema Vulcano-Estratigrafica proposto por António Serralheiro.

Mota Gomes, e tal., (2009), introduziram no esquema Vulcano-Estratigrafico proposto por António Serralheiro e Matos Alves, a Estratigrafia provisória da ilha de St.ºAntão, com base nos relatórios da Missão Geológica de Cabo Verde, na sequencia da

realização de varias missões de cartografia geológica realizadas principalmente, nos anos de 1989, 1990, 1991, 1992, 1993 e 1994.

A tabela (1.4.1.1), sintetiza de maneira bastante clara a sequencia estratigráfica comparada das ilhas da Republica de Cabo Verde.

Numa primeira analise, constata-se a ocorrência de fenómenos geológicos desde o Jurássico Superior (160M.a.) ate os nossos dias, Quaternário, sendo as mais antigas, as rochas sedimentares da ilha do Maio, e, as mais recentes, constituídas por areias, aluviões, dunas, depositadas de vertentes e de enxurradas acompanhados de alguma actividade vulcânica na ilha do Fogo.

De notar na ilha do Maio, a inexistência de Formação Geológica constituída por cones de material piroclásticos de algumas escoadas associadas, que se considera a Unidade Vulcânica mais recente, que corresponde ao Monte das Vacas, da ilha de Santiago.

O esquema Vulcano-Sedimentar proposto pode-se resumir e caracteriza-se do seguinte modo, partindo das formações mais antigas(1) para as mais recentes(13).

- 1-Sedimentos Jurássicos
- 2-Sedimentos cretácicos
- 3-Sedimentos Paliogenicos
- 4- Complexo eruptivo Interno Antigo (paliogenico\Miocenico)
- 5- Sedimentos Miocenicicos
- 6- Derrames Submarinos Miocenicicos
- 7-Depositos Conglomeraticos –Brechoides(Miocenico)
- 8-Formação Traquiticas Miocenicicas
- 9-Complexo Eruptivo Principal( Mio-pliocenico)
- 10-Derrames Pliocénicos
- 11 Cones de Piroclastos e eEscoadas (Pliocénico-Quaternario)
- 12-Sedimeentos Plistocenicicos
- 13-Sedimentos e Piroclastos (Holocenicicos)

### **1-Sedimentos Jurássicos**

São constituídos por calcários com silexito;

São compactos, de cor esbranquiçadas a acinzentada e de grão muito fino; Em certos locais são observáveis camadas bastante finas de calcários margoso. Por vezes encontram-se metamorfizados passando a mármore e corneanas.

### **2-Sedimentos Cretácicos**

São constituídos por calcários compactos com selexito sobrepostos por calcários margosos, argilas e margas.

E vulgar a ocorrência de intrusões sub-verticais e sub-horizontais e, menos frequentemente, a intrusão de essexitos que metamorfizam os calcários.

### **3-Sedimentos Paleogénicos**

Argilas, margas, e calcários margosos formam o topo desta série que apenas ocorrem na ilha do Maio.

### **4-Complexo Eruptivo Interno Antigo (Paleogenico\Miocenico)**

Este complexo observa-se em todas as ilhas e é composto por um conjunto de formações geológicas que representam as manifestações vulcânicas mais antigas da parte imersa da Republica de Cabo Verde.

Distinguem-se sub-unidades das mais antigas(a) para as mais recentes (f):

- a)Complexo filoniano de base, essencialmente basáltico;
- b)Intrusões de rochas granulares;
- c)Brechas
- d)Intrusões e Extrusoes fonolíticas e traquiticas;
- e)Carbonatitos
- f)Intrusões e Extrusoes fonolíticas;



Nota: Ainda que se considera esta sequencia de fenómenos geológicos, a verdade é que está comprovada a recorrência dos diversos tipos de rochas pelo que, localmente, a ordem de instalação poderá encontrar-se alterada.

### **5-Sedimentos Miocénicos**

Estas formações conglomeraticas ocorrem nas ilhas de Santiago, Maio, São Nicolau e Boa Vista(Alves, e tal.,1979); não foram identificadas formações semelhantes nas restantes ilhas.

### **6-Derrames Submarinos Miocénicos**

Constituída por mantos, brechas e piroclastos basicose submarinos que assentam, em discordância sobre o Complexo Eruptivo Interno Antigo(CA).

Apresenta características de autobrechificação importantes (hialoclastitos) está, por vezes, associada a piroclastos e assume, frequentemente, a forma de “pillow-lavas” bastante alteradas (argilas cinzento, azuladas e amarelas).O maior grau de alterabilidade e a menor percentagem de “pillow-lavas”em relação aos outros materiais diferenciam a formação dos flamengos de outras manifestações vulcânicas submarinas mais recentes.

### **7-Depositos Conglomeratico-Brechoides (Miocénicos)**

Estas formações foram identificadas em toda as ilhas, à excepção das ilhas do Fogo e da Brava.

### **8-Formações Traquíticas Miocénicas**

Foram observadas nas ilhas de Santiago e de Boa Vista, parecendo não ter paralelo nas outras ilhas do Arquipélago.

### **9-Complexo Eruptivo Principal (Mio-Pliocénico)**

Esta unidade geológica está bem representada em todas as ilhas do Arquipélago, constituindo a formação mais espessa e mais extensa e que facilita a circulação da água no seio constituindo, assim, o aquífero principal.

Dentro do Complexo Eruptivo Principal, incluem-se formações provenientes de actividades vulcânicas explosivas e efusivas, sub-aéreas e submarinas, ocorridas em diferentes épocas e com longos intervalos de acalmias. Ocupam a maior parte da superfície das ilhas, originam as maiores altitudes e formam plataformas estruturais ainda existentes, as achadas.

A sequência dos depósitos magmáticos do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia, servindo de exemplo a ilha de Santiago pode, segundo Serralheiro (1976), Alves et. al.,(1979), Mota Gomes, et. al.,(2009), esquematizar-se, dos mais antigos (a) para os mais recentes(d), do seguinte modo:

<b>Episódios magmáticos subaéreos e sedimentos terrestres</b>	<b>Episódios magmáticos submarinos e sedimentos marinhos</b>
<b>a) Mantos sub aéreos intercalados</b>	<b>Lavas sub marinhas em Almofadas (inferiores)</b>
	<b>Conglomerados e calcarenitos fossilíferos</b>
	<b>Lavas submarinas em almofadas Superiores</b>
	<b>Conglomerados e calcarenitos Fossilíferos</b>
<b>b) Fonólitos , traquitos e rochas afins.</b>	
<b>c) Tufo-brecha</b>	
<b>d) Mantos subaéreos e alguns níveis de piroclásticos intercalados</b>	

## **10-Derrames Pliocénicos**

Derrames importantes de rocha vulcânicas, posteriores ao Complexo Eruptivo do Pico de Antónia, foram identificados na ilha de Santiago, S.Nicolau, Fogo e St.ºAntao. Em

Santiago, constituem a formação da Assomada que resulta de uma actividade eruptiva importante que se seguiu a um prolongado período seco de acalmia Vulcânica (Alves, et al.,1979).

Trata-se de rochas de implantação exclusivamente subaérea , de fácies basálticas com lavas e raros piroclastos, que assentam em nítida discordância sobre a formação do Complexo Eruptivo do Pico de Antónia(PA)

Ocorrem essencialmente no centro da ilha, em derrames sub-horizontais que atingiram maior expressão no planalto de Assomada e que ocorrendo para Ocidente, atingiram o litoral.

### **11-Cones de Piroclastos e Escoadas Pliocénico- Quaternários**

A excepção da ilha do Maio, aonde não se encontram assinaladas formações vulcânicas equivalentes, os cones de piroclastos e escoadas basálticas associadas do tipo do Pliocénico e base do Quaternário encontram-se espalhados por toda as restantes ilhas do Arquipélago.

Trata-se da ultima grande manifestação vulcânica (na ilha do Fogo ocorreram erupções vulcânicas em 1951 e 1995) e traduz-se na formação de numerosos pequenos cortes de Piroclasto basálticos (tufos, bombas e escorias) e de pequenos associados;

### **12- Sedimentos Plistocénicos**

De acordo Serralheiro (1976), Alves et. al.,(1979) e Mota Gomes, at. al., (2009), existem formações sedimentares Quaternárias em todas as ilhas.

### **13-Sedimentos Piroclásticos e Escoadas Hilócenicos**

Em todas as ilhas abundam as formações sedimentares recentes, Quaternárias, formando areias, dunas, depósitos de enxurrada.

São vulgares as dunas actuais constituídas fundamentalmente por areias calcárias provenientes da desagregação de calcarenitos, e de conchas moluscas, algas calcárias polipeiros,etc (Serralheiro,1968).

As dunas têm origem nas areias das praias,existindo grandes áreas nas ilhas de S.Vicente, Sal, Boavista e Maio(Serralheiro 1968).

Os depósitos de vertentes são constituídos por elementos diversos, angulosos, com dimensões variadas.

## II-ENQUADRAMENTO DA ILHA DE SANTIAGO

### 2.1 Origem e Situação Geográfica (Mota Gomes, 2007, Tese de Doutoramento)

A ilha de Santiago, situa-se no extremo Sul do arquipélago de Cabo Verde integrada no grupo das ilhas de Sotavento entre os paralelos 15°21' e 14°50' de latitude Norte e os meridianos 23°50 e 23°20 de longitude Oeste do meridiano de Greenwich.

Santiago é a maior ilha de Cabo Verde, ocupando uma área emersa de 991km...cerca de um ¼ do arquipélago.

Tem uma forma adelgada na direcção Norte-Sul, com um comprimento máximo de 54,9km, entre a Ponta Moreia, a Norte, e a Ponta Mulher Branca, a Sul, e uma largura máxima de 29km, entre a Ponta Janela, a Oeste, e a Ponta Praia Baixo, a Leste.

Na parte Norte da ilha existe um estreitamento pronunciado entre Chão Bom, a Oeste, e o porto Formoso, a Este, da ordem dos 6km.

A formação da ilha teria sido iniciada por uma actividade vulcânica submarina central e mais tarde completada por uma rede fissural manifestada nos afloramentos através de inúmeros filões e diques (Serralheiro, 1975-1976, Macedo e tal, 1988) que ocorrem por toda a ilha.

A ilha é denominada por emissões de escoadas lávicas e de materiais piroclásticos (escórias, bagacinas lávicas) sub aéreos predominantes basálticas.

Administrativamente, Santiago é constituída por uma população total de 267652 habitantes distribuídos em nove (9) Concelhos e onze freguesias (fig.2.1.1e tab.2.1.1).

♦ **Ribeira Grande de Santiago** -Concelho criado em 2005, situado a Sudoeste da ilha, ocupa uma área de 164,5 km<sup>2</sup> e uma população de 8957 habitantes distribuído pelas freguesias de Santíssimo Nome de Jesus e S. João Baptista;

- ◆ **Praia** é o Concelho capital do país, situado na parte Sul ocupando uma área de 96,8km<sup>2</sup> distribuída pela freguesia de Nossa Senhora da Graça;
- ◆ **S. Domingos** abrange uma área de 134,5km<sup>2</sup> e uma população de 13897 habitantes distribuídas nas as freguesias de S. Nicolau Tolentino e Nossa Senhora da Luz;
- ◆ **S. Lourenço dos Orgãos** criado em 2005, situado na parte leste da ilha ocupando uma área de 39,5 km<sup>2</sup> com uma população total de 8513 habitantes distribuída pela freguesia de S. Lourenço dos Órgãos;
- ◆ **Santa Cruz** situado na parte Leste da ilha, com uma área de 109,8 km<sup>2</sup> e uma população de 27807 habitantes distribuída na freguesia de Santiago Maior;
- ◆ **S. Salvador do Mundo** criado em 2005, situado na parte central da ilha ocupando uma área de 28,7km<sup>2</sup> e uma população de 10027 habitantes distribuída pela freguesia de S. Salvador do Mundo;
- ◆ **Santa Catarina**, o maior da ilha, situado na parte central, ocupando uma área de 214,2 km<sup>2</sup> e uma população de 44969 distribuída na freguesia de Santa Catarina;
- ◆ **Tarrafal** situado na parte Norte com uma área de 112,4 km<sup>2</sup> e uma população de 20786 habitantes centralizados na freguesia de Santo Amaro Abade.
- ◆ **S. Miguel** situado na parte Nordeste com uma área de 90,7km<sup>2</sup> e uma população de 17008 distribuída na freguesia de S. Miguel Arcanjo.

**Tabela 2.1.1- Distribuições dos Concelhos**

<b>Concelho</b>	<b>Área (Km2)</b>	<b>População</b>	<b>Freguesia</b>
<b>Tarrafal</b>	<b>112,4</b>	<b>20.786</b>	<b>Santo Amaro Abade</b>
<b>São Miguel</b>	<b>90,7</b>	<b>17.008</b>	<b>São Miguel Arcanjo</b>
<b>Santa Catarina</b>	<b>242,9</b> <b>214,2</b>	<b>44.969</b>	<b>Santa Catarina</b>
<b>Dos Picos</b>	<b>28,7</b>	<b>10.027</b>	<b>São Salvador do Mundo</b>
<b>Dos Órgãos</b>	<b>38.5</b>	<b>8.513</b>	<b>São Lourenço dos Órgãos</b>
<b>Santa Cruz</b>	<b>109,8</b>	<b>27.807</b>	<b>São Tiago Maior</b>
<b>São Domingos</b>	<b>39,5</b> <b>134,5</b>	<b>13897</b>	<b>São Nicolau Tolentino e Nossa Senhora da Luz</b>
<b>Praia</b>	<b>97</b>	<b>114.688</b>	<b>Nossa Senhora da Graça</b>
<b>Ribeira Grande de Santiago</b>	<b>161,1</b> <b>164,2</b>	<b>8.957</b>	<b>São João Baptista e Santíssimo Nome de Jesus</b>

**Fonte: INE de Cabo Verde – Projecções Demográficas da População e dos Concelhos em 2005**

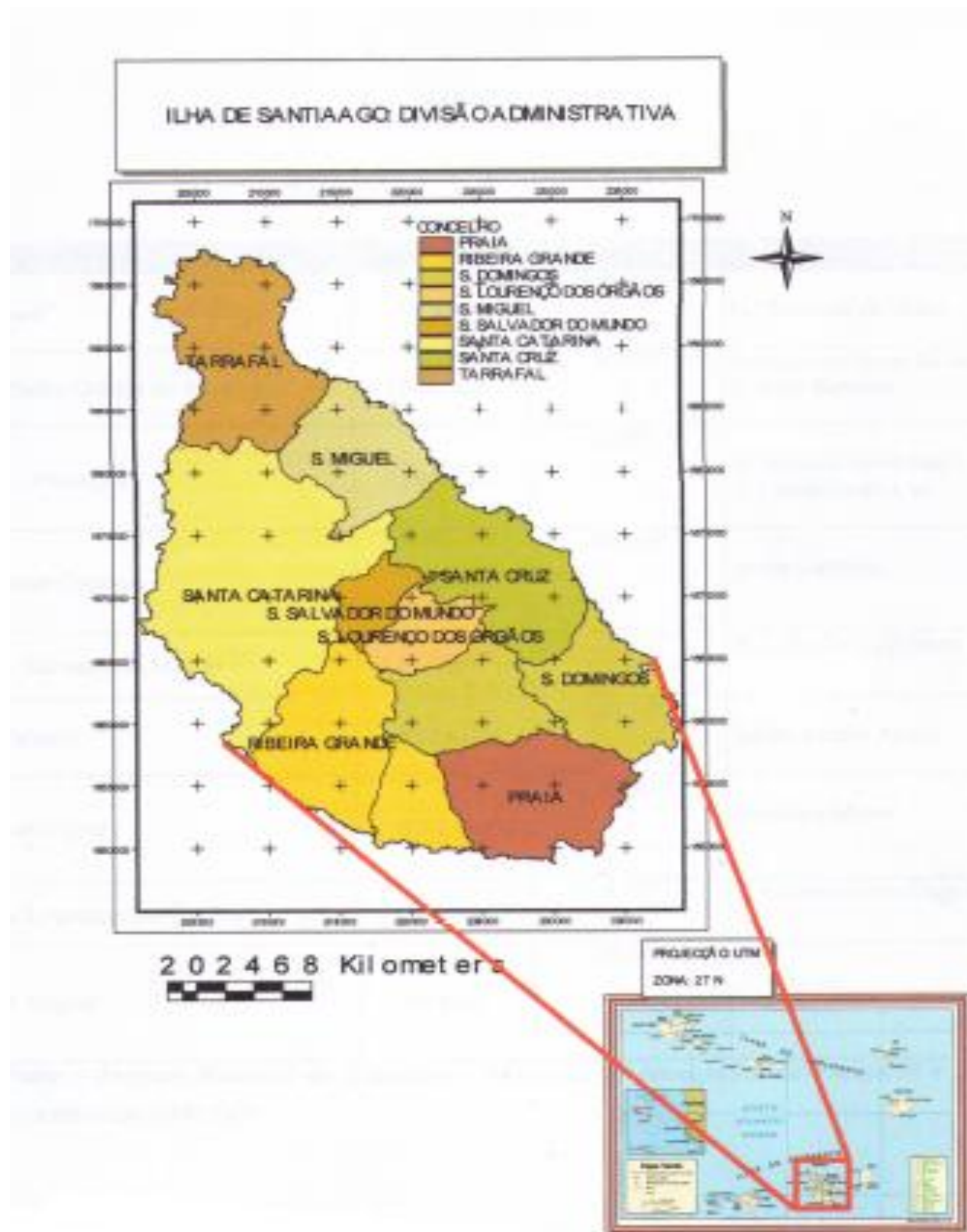


Fig.2.1.1-Distribuições dos Concelhos

Fonte: Ministério de Infraestruturas e Transporte

## 2.2. ASPECTOS CLIMATICOS (Amaral, 1964)

O clima enquadra-se dentro das características climáticas de Cabo Verde, onde está condicionado pelas oscilações em altitude; principalmente entre Julho e Outubro; da zona de CIT (Convergência Inter Tropical) a qual é responsável pela época das chuvas.

As chuvas concentram-se num curto intervalo de tempo e na maioria das vezes muito irregulares e variáveis.

O clima apresenta duas estações bem definidas:

- ♦ A estação seca ou das brisas que vai de Dezembro a Junho, é a mais fresca e nela predomina a acção dos ventos alísios;
- ♦ A estação das chuvas ou das águas vai de Agosto a Outubro e está intimamente relacionada com a deslocação setentrional da frente inter tropical.

Considera-se Julho e Novembro meses de transição, podendo contudo, apresentar características

secas ou húmidas conforme a duração anual das precipitações.

A temperatura média anual é cerca de 25°C nas zonas mais áridas e baixas, 22°C nas zonas intermédias e 20°C nas zonas de maiores altitudes.

Tendo em conta a temperatura poder-se-ia estabelecer as seguintes zonas térmicas de acordo com Reis Cunha:

- climas de litoral, como os da Praia ou do Tarrafal;
- climas de altitudes semelhantes os da Malagueta ou de Santa Catarina;
- climas de vertentes não expostas aos alísios, parecidas com os de Mosquito e Chuva Chove;
- microclimas, como de interior de certos vales (Órgãos, S.Domingos, Principal, Engenhos etc.).



### 2.3 ASPECTOS GEOMORFÓLOGICOS (Monteiro Marques, 1964)

Sob o ponto de vista geomorfológico a ilha de Santiago tem forma semelhante a uma pêra, isto é, adelgada na direcção Norte – Sul, com a maior dimensão em largura voltada para o Sul, apresentando-se desproporcionada, tanto de Norte para o Sul como do Ocidente para Oriente (Amaral, 1964).

Na parte Norte da ilha, entre Chão Bom, a Oeste e o Porto Formoso, a Leste observa-se um pronunciado estreitamento da ordem dos 6 km, sendo este o menor verificado em toda a ilha.

Estão bem evidenciadas na ilha as três formas de relevo: depressões, achadas e elevações das quais o Pico da Antónia com 1392 metros de altitude e o Maciço de Serra da Malagueta, com 1063 metros são os elementos morfológicos de maior relevância. A separar estes dois maciços encontra-se uma vasta superfície plana denominada Santa Catarina, com uma área aproximadamente de 130 km<sup>2</sup> e cuja maior altitude atinge cerca de 550 metros. Seguem-se outras elevações de menor envergadura, designadamente:

- O Monte Graciosa situado a Norte da ilha com uma altitude máxima de 642 metros, estendendo-se para Leste e Oeste, de Achada Belin a Baía do Tarrafal.

- A Serra de Palha Carga situada a 8 km para Noroeste do Pico de Antónia orientada na direcção N.W. SE com uma altitude de 1021 metros, o Monte Tagarrinho.

Monte Chaminé situado a 11 km para Leste da Serra do Pico de Antónia com uma altitude de 717 metros e na parte Sul destacam-se algumas pequenas elevações nomeadamente: Monte Ventreiro (390m), Monte Bode (290m), Monte Filipe (213m), Monte das Vacas (200m), Monte Vermelho (195m) Monte Pensamento (189m) e outras.

A partir do Pico de Antónia nascem as seguintes ribeiras, designadamente as ribeiras Seca, ribeira dos Engenhos, ribeira de S. João, Santa Clara e ribeira de Aguas Belas e do maciço da Serra Malagueta nascem a Ribeira de Principal, a Ribeira de Calheta a de S. Miguel, a Ribeira Grande, a Ribeira dos Flamengos e a Ribeira de Ribeireta.

Segundo Marques (1990), trabalho em que se baseou a descrição seguinte, a ilha de Santiago está dividida em sete unidades geomorfológicas (fig. 2.3.1)

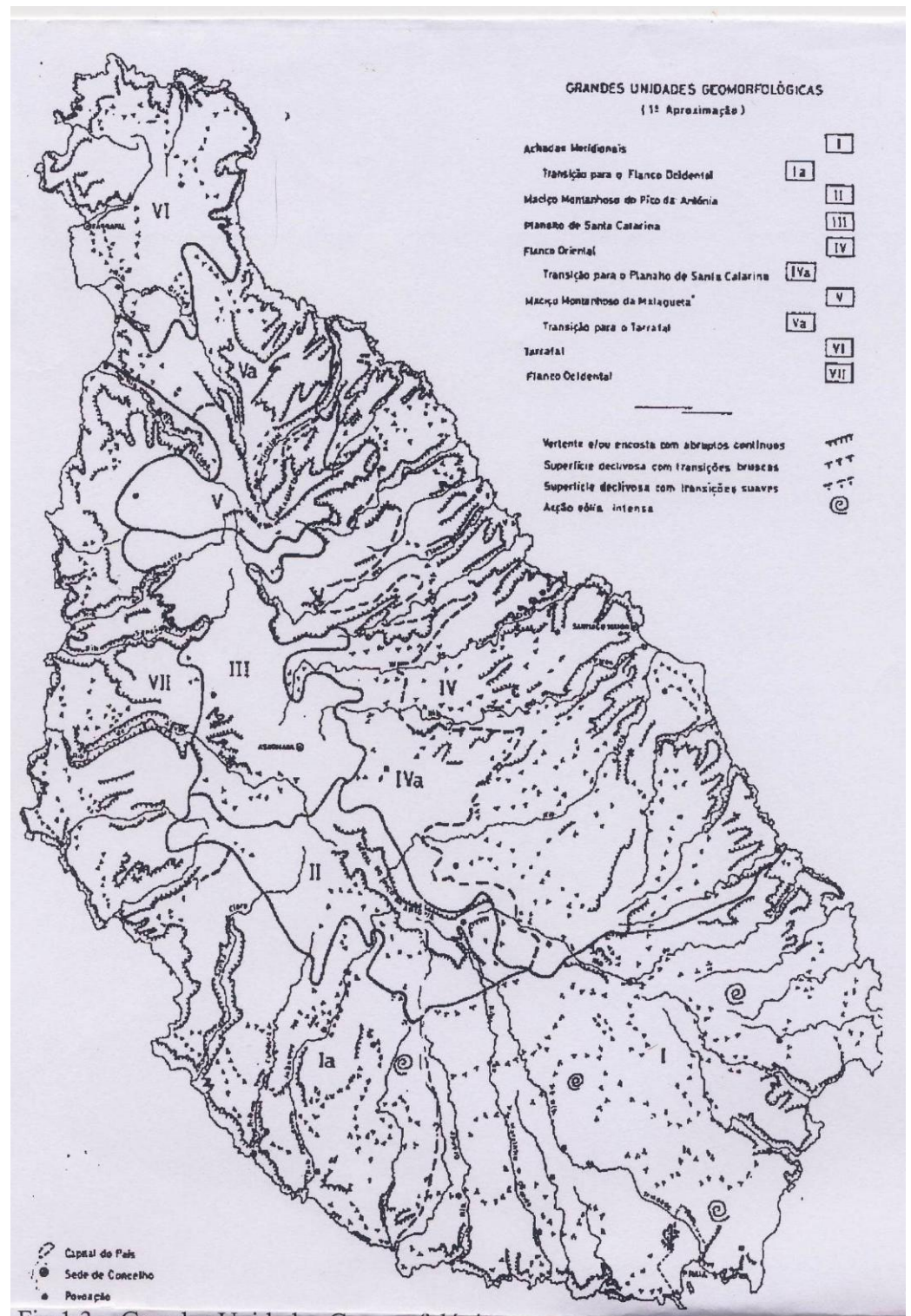


Fig.2.3.1 As Grandes Unidades Geomorfológica

Fonte: Garcia de Horta, Ser.Est.Agron.,Lisboa, 17(1-2), 1990, 19-29

1. Achadas Meridionais;
2. Maciço Montanhoso do Pico da Antónia;
3. Planalto de Santa Catarina;
4. Flanco Oriental;
5. Maciço Montanhoso da Malagueta;
6. Tarrafal;
7. Flanco Ocidental.

As **Achadas Meridionais** iniciam-se no sopé meridional do Maciço Montanhoso de Pico da Antónia e descem em degraus até ao mar, desde uma altitude de 500 metros (Marques, 1990). Representam superfícies estruturais e/ ou sub estruturais que, no caso vertente, são constituídas por escoadas basálticas que se intercalam com tufos, pertencentes ao Complexo Eruptivo do Pico da Antónia. A cortar essas achadas, estão alguns vales escavados nas formações do Complexo Eruptivo Interno Antigo, que ocorrem sob as formações do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia.

As achadas possuem declives médios que variam entre 2 e 12 % na direcção do mar e possuem uma cobertura de materiais muito grosseiros resultantes da degradação “*in situ*” das escoadas lávicas e/ ou transportados por enxurradas. Sob esse material grosseiro, de cobertura, existem localmente alguns solos barróides (vérticos).

As achadas litorais, cuja altitude varia entre 0-20 metros, 20-50 metros e 50-100 metros, podem conter materiais pertencentes às antigas linhas da costa.

As Achadas Meridionais apresentam uma dupla tendência: uma tendência recente para a pedogénese nas zonas florestadas e outra tendência antiga para a morfogénese nas áreas descobertas.

O **Maciço Montanhoso do Pico de Antónia** representa uma importante e acidentada área montanhosa que culmina no Pico da Antónia, aos 1392 metros.

Sob o ponto de vista geológico, é constituído, quase que exclusivamente, por formações do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia. Esta constatação pode ser confirmada, observando os litossolos e os solos litólicos onde essas formações são largamente dominantes.

Os relevos isolados de Monte Brianda e Pedroso podem ser considerados como resíduos da antiga bordeira (designação atribuída ao flanco escarpado que delimita uma caldeira) e o relevo de Palha Carga é o resultado da continuação para NW deste Maciço que se eleva a partir dos 600 metros.

Em virtude das formações brandas (tufos) dominantes no complexo litológico estarem profundamente meteorizadas (Marques, 1985) e se situarem em zonas fortemente declivosas (declives superiores a 25%), esta unidade geomorfológica continua a representar um meio com tendência para morfogénese, apesar de se ter beneficiado de um intenso processo de reflorestação.

**O Planalto de Santa Catarina** representa a região central da ilha de Santiago e é constituído por um conjunto de achadas compreendidas entre 400 e 600 metros de altitude (Marques, 1985). É limitado, respectivamente, a Norte e a Sul, pelos Maciços Montanhosos do Pico da Antónia e da Malagueta. A Oeste destacam-se ainda os relevos de Palha Carga, Monte Brianda e Pedroso. Supostamente, esta unidade representa o fundo erodido da antiga caldeira do grande vulcão que durante o Mio-Pliocénico originou o conjunto litológico conhecido por Complexo Eruptivo do Pico da Antónia.

Algumas estruturas vulcânicas da Formação do Monte das Vacas (Monte Jagau, Monte Felicote etc.) interrompem frequentemente a monotonia do planalto, em que os declives médios variam entre 2 e 12%. O planalto é cortado por alguns vales em canhão – bacias hidrográficas de Aguas Belas e Sanção – no fundo dos quais existem regadios (fig.2.3.2-anexo 1)



Fig.2.3.2-Ribeira de Sanção -Santa Catarina

Esta unidade morfológica está submetida principalmente à dinâmica de meteorização provocada pela humidade transportada pelos ventos alísios, pelo que os seus solos são dos poucos que em toda a ilha ainda se encontram intactos e bem conservados. A agricultura associada à dispersão da ocupação antrópica constitui uma das causas responsáveis pela desflorestação das zonas limítrofes, favorecendo a erosão hídrica e a erosão regressiva das ribeiras que sulcam o Flanco Ocidental da ilha e que têm as suas cabeceiras neste planalto. Embora algumas áreas estejam já afectadas pela morfogénese devido, principalmente, à acção antrópica, o Planalto de Santa Catarina é ainda uma unidade estável em fase de pedogénese.

**O Flanco Oriental** da ilha corresponde a uma vasta área totalmente exposta aos ventos alísios que sopram quase permanentemente de Outubro a Julho. Sob o ponto de vista litológico as formações predominantes são tufos, tufos- brechas, alternando com escoadas lávicas pouco espessas. Em alguns locais encontra-se uma densa rede filoniana pertencente ao Complexo Eruptivo Interno Antigo.

Esta unidade geomorfológica encontra-se sob o efeito de uma intensa actividade erosiva uma vez que, tanto do ponto de vista geomorfológico, como do ponto de vista da ocupação do solo (cultura de sequeiro dominante e dispersão caótica do povoamento), existe uma conjugação de factores que, associados à ausência de vegetação, faz aumentar a dinâmica erosiva. A cultura do milho exige grandes mobilizações do solo ao longo do seu ciclo vegetativo. Assim, dadas as características climáticas dominantes, a mobilização do solo



torna-se num importante factor acelerador do processo erosivo que, em conjugação com os fortes declives médios das encostas, provocam constantes movimentos de massa (*creep*). Tais constatações permitem-nos compreender a degradação generalizada do perfil do solo em toda a unidade geomorfológica, principalmente na subunidade **IVa**.

Em consequência dessa dinâmica ocorre a produção de aluviões que deslizam ao longo das encostas, acumulando-se no fundo dos vales, constituindo os depósitos de vertente não fixados, os quais virão novamente a ser removidos para a cultura de sequeiro. Assim, no Flanco Oriental da ilha de Santiago a morfogénese é fortemente dominante.

**O Maciço Montanhoso da Malagueta** é um dos elementos morfológicos de grande importância, que culmina aos 1064 metros. À semelhança do Maciço Montanhoso do Pico da Antónia, faz também parte do relevo residual da antiga bordeira. Sob o ponto de vista litológico é constituído por formações do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia.

É no sopé meridional deste maciço que se desenvolve o Planalto de Santa Catarina. As suas encostas são fortemente alcantiladas, principalmente as situadas a NE e a NW com declives médios sempre superiores a 25%.

O processo erosivo ao longo das encostas abruptas da Malagueta é devido essencialmente à acção da gravidade. Não se faz sentir de modo significativo a acção antrópica.

À semelhança do Maciço Montanhoso do Pico da Antónia, o Maciço Montanhoso da Malagueta, devidamente florestado, pode tornar-se num importante reservatório natural de água.

**Tarrafal** corresponde a uma região vulcânica insular que veio a coalescer com a ilha de Santiago propriamente dita. É uma região constituída por achadas, incluindo a Achada Grande, Achada Tomás, Ponta da Achada, Achada Belim, etc. com declives médios que variam entre os 2 e os 5%, e constituídas por formações do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia.

Na paisagem sobressaem algumas estruturas vulcânicas deste Complexo Eruptivo, das quais a mais importante é o monte Graciosa formado por rochas de natureza traquifonolítica. Algumas estruturas vulcânicas mais recentes pertencem à Formação do Monte das Vacas.

Entre Tarrafal e Chão Bom, existem depósitos recentes de enxurrada e algumas dunas que cobrem uma extensa plataforma de abrasão marinha, afectando a estrutura de achadas ocidentais entre os 20 e os 100 metros de altitude. Esses depósitos de enxurrada são alimentados por elementos resultantes da acção dos agentes erosivos sobre as escoadas lávicas, reforçados por depósitos resultantes de uma linha de costa recente.

Em algumas áreas, nomeadamente em Chão Bom, a dinâmica morfogenética é muito intensa, tendo um impacte bastante negativo. Na globalidade, Tarrafal pode ser considerada como uma unidade de transição para a fase pedogénética.

Sob o ponto de vista geológico, encontram-se de forma esparsa, formações do complexo filoniano de base, sobre o qual ocorrem escoadas lávicas, tufos do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia e mantos de fácies basáltica da Formação de Assomada. A aridez do clima e a existência de inúmeras fissuras existentes nas escoadas lávicas, promovem a meteorização e a fracturação das rochas.

Predominam nesta unidade os litossolos e os solos litólicos onde são praticadas culturas de sequeiro, principalmente a do milho, mas de forma esporádica, uma vez que a ocupação antrópica é pouco significativa nesta região.

De salientar que a descrição geomorfológica apresentada se baseou em Marques (1990).

## 2.4. GEOLOGIA (Serralheiro,1976)

A ilha de Santiago é constituída na sua maior parte por formações eruptiva efusiva e explosiva, resultantes de várias erupções ocorridas em épocas diferentes, com clara predominância de rochas basálticas e produtos piroclásticos (brechas, lapílli, tufo).

As formações mais antigas localizam em áreas desnudadas, normalmente no leito das ribeiras.

As rochas afaníticas ocupam a maior parte da ilha, enquanto pequenas áreas são ocupadas por rochas faneríticas. Os filões encontram-se por toda a ilha, em que a sua presença é bem marcada na formação mais antigo- **Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA)**. Caracterizando o surgimento das diversas formações pode se afirmar que os derrames

basálticos foram os primeiros a serem projectados. Após esses derrames, ocorreu uma fase de rochas fonolíticas e traquíticas formando chaminés, domas, necks e filões.

A essa fase seguiu-se uma erupção de rochas basálticas (Mota Gomes, 1980).

Na ilha de Santiago, as formações sedimentares não constituem elemento essencial na geologia, mas tem uma importância, principalmente as marinhas, por conterem fósseis. Praticamente não existem rochas metamórficas mas são observadas ligeiras acções pontuais de metamorfismo de contacto.

Segundo o quadro estratigráfico da ilha de Santiago (Serralheiro, 1976)) podem se descrever os seguintes acontecimentos geológicos dos mais antigos (A) para os mais recentes (J).

#### **A – Complexo Eruptivo Interno Antigo(CA)**

Compreende-os afloramentos de rochas mais antigas, no actual nível de erosão, constituindo a base de todas as outras formações. Possui apenas a fácies terrestre constituída por fases lávicas basálticas (filões, chaminés e mantos); fonólitos, traquitos e rochas afins (chaminés e filões) carbonatitos (pitões e filões), brechas profundos; cienitos feldspatoidicos e rochas afins; rochas gabbroicas alcalinas e afins (gabbros, olivinicos, alcalinos, piroxinitos, alcalinos, etc.), complexo filoniano de natureza essencialmente basáltica

#### **B – Conglomerados Anteriores à Formação Dos Flamengos**

Esta formação é caracterizada por formações conglomeráticas que repousam sobre o Complexo Eruptivo Interno Antigo, mostrando-se em alguns casos em concordância com a Formação dos Flamengos.

Em Simão Ribeiro (fig.2.4.1) e Vila Nova, ambos na zona Sul da Ilha de Santiago, os conglomerados apresentam na matriz numerosas cristas de biotite, não roladas. Estes conglomerados estão assentes sobre o complexo filoniano e sobre chaminés fonolíticas.

A Norte da ilha, existe um único local onde se encontram afloramentos de rochas pertencentes a esta unidade estratigráfica, na Baía de Angra.





**Figura 2.4.1. -Conglomerados assentes sobre chaminé fonolítica - Simão Ribeiro**  
**Fonte: Pereira, J. (2005)**

### **C – Formações dos Flamengos ( λρ)**

A característica principal desta formação é a de apresentarem grande quantidade de brechas, com poucos rolos desenvolvidos, dispersos originando depósitos compactos.

Por alteração as brechas originam materiais argilosos de tonalidade azulada/esverdeada e os

rolos dão origem aos materiais argilosos cinzento azulado. Possui apenas a fácies marinha que é constituída por mantos, brechas (fig.2.4.2.) e piroclastos.



**Figura 2.4. 2. – Brechas da Formação dos Flamengos – Ribeira de S. Martinho Grande**

**Fonte: Pereira, J. (2005)**

### **D – Formação dos Órgãos (CB)**

As características principais desta formação são a presença de calhaus bem rolados com superfícies polidas e de matriz da mesma natureza dos elementos. Apresenta as duas fácies, a terrestre e a marinha, sendo a fácies terrestre com depósitos de enxurradas, tipo lahar os casos das linhas de água que saem do Monte Vermelho, Achada de Baixo, na costa Sul; em Ribeirão Fundo e em Boa Ventura.

A fácies marinha apresenta conglomerados, calcários e calcarenitos fossilíferos.

E na zona dos Órgãos que os afloramentos ocupam a maior extensão e espessura.

### **E – Formação Lávica Pos-Formação dos Órgãos**

Esta formação é caracterizada por rochas traquifonolíticas de que o Monte Branco, situado na parte Sudoeste da ilha, perto de Belém constitui um exemplo.

### **F- Sedimentos Posteriores à Formação dos Órgãos (CB) e Anteriores às Lavas Submarinas Inferiores (RI) do Complexo do Pico da Antonia**

Esta Unidade é caracterizada por pequenos afloramentos de rochas sedimentares (conglomerados e calcarenitos fossilíferos), localizados em algumas linhas de água como são

### **G – Complexo Eruptivo do Pico Antonia (PA)**

Estão incluídos neste complexo produtos de actividades efusiva e explosiva.

Apresenta as duas fácies que tiveram lugar em épocas diferentes. Distribuem-se por fases distintas, cujas manifestações ocupam a maior parte da superfície da ilha.

A fácies marinha contém conglomerados e calcarenitos fossilíferos, mantos basálticos superiores; conglomerados calcários e calcarenitos fossilíferos: mantos e piroclastos inferiores.

A fácies terrestre constituída por piroclastos e escoados associados: mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados (figura 2.4.3); tufo (TB); fonólitos traquitos e rochas afins; séries espessas essencialmente de mantos e alguns níveis de piroclastos intercalados.



**Figura 2.4.3. Materiais piroclásticos Intercalados nos derrames do PA - S. João Baptista**

**Fonte: Pereira, J. (2005)**

### **H – Formação de Assomada(A)**

Formação eruptiva proveniente de actividade exclusivamente sub aérea constituída por mantos e produtos piroclásticos. As lavas constituem extensos derrames que atingiram o litoral, tendo corrido para o Ocidente e que fazem uma discordância angular com os derrames do PA. Correspondem a uma fase eruptiva que sucedeu a um grande período de acalmia e, consequentemente, dominada por uma prolongada fase erosiva.

### **I – Formação do Monte das Vacas (MV)**

Representa a ultima manifestação da actividade vulcânica da ilha de Santiago e está representada por cerca de 50 cones de piroclastos basálticos formados por tufos, bombas, lapilli e escórias, e pequenos derrames. Esses cones são normalmente de pequenas dimensões e, correspondem usualmente a estruturas adventícias. Alguns dos maiores (Monte Volta, Monte das Vacas – figura 2.4.4.) não excedem os 230 metros



**Figura 2.4.4. Monte das Vacas**

**Fonte: Pereira, J. (2005)**

### **J – Formação Sedimentares Recentes da Idade Quaternária**

Constituídas por duas fácies sendo a terrestre formada por aluviões, dunas, depósitos de vertentes e de enxurradas e a fácies marinha por areia, cascalheira da praia, calcários e calcarenitos fossilíferos.

As formações sedimentares têm grande importância, no contexto geológico santiaguense, principalmente as marinhas pelo facto de conterem fósseis.

## **2.5 Hidrogeologia (Mota Gomes, 2007( Hidrogeologia e Recursos Hídricos)**

De uma forma geral em Cabo Verde e, particularmente em Santiago, as águas subterrâneas.

têm origem a partir das precipitações que têm sido bastante irregulares nos últimos anos.

Das precipitações caídas, uma fracção é interceptada pela vegetação retornando à atmosfera pela evotranspiração, outra atinge o mar, sob a forma cheias, evaporando posteriormente e a outra parte escoar acabando por infiltrar através de fissuras e cavidades das formações geológicas.

A água, no seu percurso, é impedida de prosseguir a infiltração, pois encontra formações relativamente impermeáveis. Aí acumula-se acabando por saturar parte da formação do PA, que é considerado o aquífero principal da ilha.

Constata-se que:

- 67% Evapora-se;
- 20% Escoa-se sob a forma de escoamentos superficiais;
- 13% Infiltra ou recarga o aquífero.

De acordo com as características das formações geológicas, inventário de pontos de água, ensaios de bombagem, é possível estabelecer um esquema hidrogeológico geral da ilha (Mota Gomes, 1980). Com base nos estudos realizados e dados disponíveis actualmente pode-se estabelecer 3 unidades hidrogeológicas em Santiago:

### **UNIDADE DE BASE**

Essa unidade caracteriza-se por possuir formações mais antigas em que os seus afloramentos já atingiram um certo grau de alteração e por isso apresentam uma certa percentagem de argila que lhes confere um determinado grau de impermeabilidade. Consequentemente, não permite a infiltração da água.

Fazem parte dessa unidade o Complexo Eruptivo Interno Antigo (CA), Formação dos Flamengos e a Formação dos Órgãos (CB).

## UNIDADE INTERMÉDIA

Constituem esta unidade a formação do Complexo Eruptivo Principal (PA) e a Formação de Assomada (A). É caracterizada por possuir um coeficiente de armazenamento elevado devido à fracturação vertical, à porosidade e à permeabilidade muito superiores às da unidade de base, permitindo assim a circulação e o movimento das águas, razão pela qual é considerada o principal aquífero da ilha.

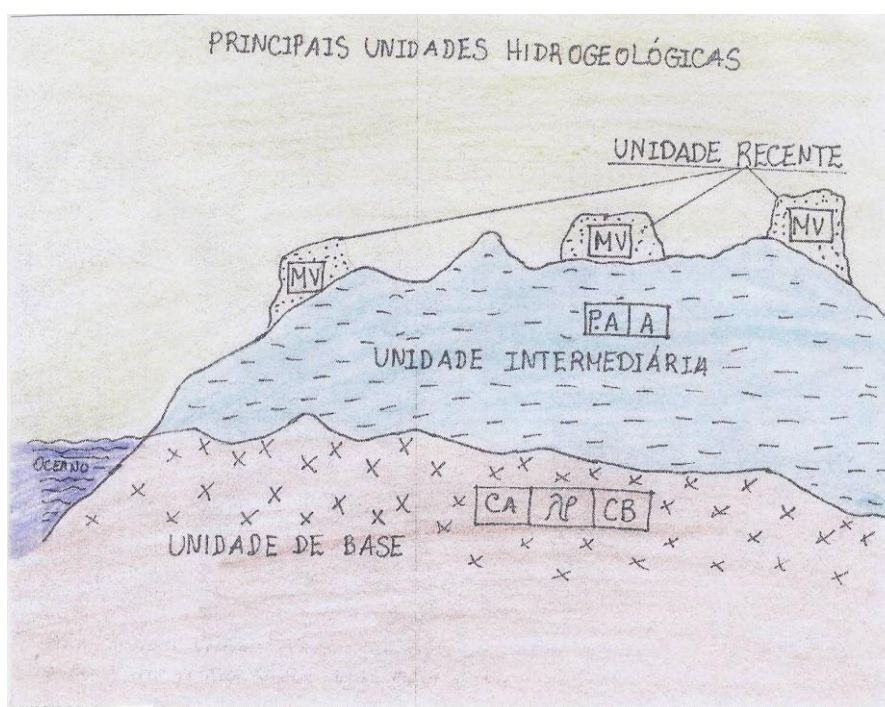
Estas formações permitem a circulação da água por serem porosas e permeáveis.

A formação do PA é a mais espessa e mais extensa constituindo o aquífero principal.

## UNIDADE RECENTE

Constituída pela Formação de Monte das Vacas (MV) formada por cones de materiais piroclásticos que são altamente porosas e permeáveis. Nessas condições a água que cai sobre essa formação não tem a possibilidade de ser retida e, por isso dirige-se, preferencialmente, para a Unidade Intermédia.

### Unidades Hidrogeológicas



**Fig; 2.5.1- As grandes unidades Hidrogeológicas**



### III-ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE SANTA CATARINA

#### 3.1 Localização geográfica e populacional

O Concelho de Santa Catarina fica situado na parte central e litoral Leste da ilha, encontra-se localizado entre os paralelos 14°58' e 15°12' de latitude Norte e os meridianos 23°47' e 23°37' de longitude Oeste de Greenwich. Encontra-se limitado a Norte pelo Concelho de Tarrafal, a Sul pelo Concelho da Ribeira Grande de Santiago, a Este pelo Concelho dos Picos, a Leste pelo Concelho de Santa Cruz a nordeste pelo Concelho de São de Miguel e a Oeste pelo mar (Oceano Atlântico). É o maior da ilha de Santiago, com uma extensão de 242,9Km², o que corresponde a 24,5% da área total da ilha de Santiago e 6% da área total do território nacional.

O Concelho de Santa Catarina fica próximo dos municípios de Tarrafal, Picos e São Miguel, com uma densidade populacional de 205 habitantes por Km². A sua sede principal é a Cidade de Assomada, a qual dista cerca de 44Km da Cidade da Praia, capital do país.

Esta situado entre os dois grandes maciços da ilha, o maciço do Pico de Antónia com 1394m de altitude a Sul e o da Serra Malagueta com 1063m.

A parte central do Concelho é um grande planalto com cerca de 500m de altitude, considerado como um reservatório natural de águas subterrâneas.

Segundo o Censo de 2000 alberga cerca de 49.829 habitantes, repartidas pelas 69 localidades pertencentes às freguesias de Santa Catarina e São Salvador do Mundo. Destes 49.829 habitantes, 40.657 pertence à freguesia de Santa Catarina e 9.172 à freguesia de São Salvador do Mundo.

Depois da desintegração da freguesia de São Salvador do Mundo do Concelho de Santa Catarina (**19 de Julho de 2005 como Comissão Instaladora e a 18 de Maio como Município**), o Concelho ficou com apenas 51 localidades distribuídas da seguinte forma: (**ver a tab.3.1.1) que ilustra a distribuição das localidades do concelho com as suas respectivas populações**).

ZONAS	Pop.Tot	Masc.	Fem.
Achada Galego	709	328	381
Achada Gomes	588	278	310
Achada Lazão	71	34	37
Achada Lém	2016	876	1140
Achada Ponta	256	110	146
Achada Tossa	1017	453	564
Águas Podres	187	96	91
Arribada	241	105	136
Banana Semedo	644	302	341
Boa Entrada	1247	593	654
Boa Entradinha	528	214	314
Bombardeiro/ Engenho	1040	473	567
Chã de Lagoa	439	196	243
Chã de Tanque	1187	523	664
Charco	262	121	141
Cruz Grande	775	343	432
Entre Picos	352	156	196
Entre Picos de Reda	384	183	201
Figueira das Naus	962	437	525
Fonteana	1029	457	572
Fonte Lima	1025	462	563
Furna	502	212	219
Ganchemba	327	165	162
Gil Bispo	1212	530	682
Japluma	183	82	101
João Bernardo	401	185	216
João Dias	605	271	334
Junco	326	144	182
Librão	487	202	285

Lugar Velho	83	35	48
Mancholy	756	349	407
Mato Baixo	525	237	288
Mato Gege	1134	499	635
Mato Sancho	463	200	263
Palha Carga	1146	492	654
Pata Brava	224	95	129
Pão Verde	238	133	154
Pedra Barro	784	341	443
Pingo Chuba	554	252	302
Pinha dos Engenhos	932	432	500
R. <sup>a</sup> de Barca	2089	992	1097
Ribeirão Isabel	492	235	257
Ribeirão Manuel	982	443	539
Rincão	1039	514	525
Saltos Acima	766	346	420
Sedeguma	254	132	122
Serra Malagueta	729	332	397
Tomba Touro	424	200	224
Vila de Assomada	7067	3213	3852
Fundura	750	328	422

**Tab.3.1.1-Distribuição das localidades do Concelho**



### Mapa do concelho de Santa Catarina



Fig.3.1.1-Mapa administrativo do Concelho de Santa Catarina

### 3.2 Situação socio-económica

De acordo com o Censo de 2000, a população do Concelho de Santa Catarina (freguesia de São

Salvador do Mundo e de Santa Catarina) vive na sua maioria na zona rural-42.775, sendo a população urbana constituída por 7.054 habitantes.

A actividade económica do Concelho se encontra distribuída pela agricultura, pesca, silvicultura, construção, comércio hotelaria restauração e faimo.

O Concelho possui grandes potencialidades que, bem exploradas, transformariam num destino turístico de eleição. A sua morfologia cuja altitude média ronda os 500m, propicia para o desenvolvimento ligado ao turismo de natureza, tais como, caminhada, escala, marcha a cavalo, etc. De referir que as duas maiores elevações da ilha de Santiago, se situam nesse Concelho: a Serra do Pico da Antónia e da Malagueta, bem como das grandes ribeiras, tais como: Mato Sanches, Chão de Tanque, Engenhos Tabugal, ribeira da Barca, ribeira do Charco entre outros. Outros relevos, como o Monte Marques (picos) e o Monte Brianda se destacam pela sua beleza. Ainda possui belas praias de areia negra, o que torna possível ao turismo de sol e mar, caso de ribeira da Barca, Aguas Belas, João gago, Rincão, Baías de Angra e Angrinha que são os pontos privilegiados do Concelho para o efeito.

Devido ao estado de degradação de algumas dessas praias, por causa da apanha da areia e de cascalho, (Fig.3.2.1-anexo 1) levou a que medidas enérgicas fossem tomadas pelas entidades oficiais a fim de preservá-las e recuperá-las.

O Concelho apresenta uma cultura rica e diversificada, possibilitando o turismo cultural que tem como atractivo o contacto com a população “turismo de acolhimento” a fim de conhecer os seus hábitos e costumes.

Além dos aspectos citados anteriormente, a própria situação geográfica do Concelho (a meio do roteiro Praia\Tarrafal), poderá constituir uma potencialidade a explorar de forma que Santa Catarina deixe de ser apenas um local de passagem para Tarrafal, mas sobretudo um local para a prática de turismo com fortes potencialidades para o turismo de montanha.

Agrupando toda as características mencionadas anteriormente e não só.

### 3.3-Aspectos climáticos ( Amaral, 1964)

A semelhança dos outros Concelhos de Santiago e das outras regiões do arquipélago o clima de Santa Catarina è caracterizado pela existência de duas estações bem marcadas :

- Uma das aguas, mais quente e húmida que vai de Agosto a Outubro em que se verificam chuvas irregulares e encontram-se intimamente ligada às migrações da convergência inter-tropical ;
- Outra das brisas mais fresca e seca, que è também a mais longa e abrange os meses de Dezembro a Junho .

Os meses de Julho e Novembro são considerados meses de transição.

O efeito de altitude, combinado com a orientação das massas de relevo em relação aos ventos dominantes, resulta numa variedade de climas locais tais como :

- árido, na faixa litoral
- humidade e vegetação nos pontos mais altos ;
- maior precipitação na vertente Oriental
- escassez de humidade na vertente Ocidental.

Contudo é de salientar que em certas ribeiras, caso das ribeiras de Boa Entrada, e dos picos verificam-se microclimas propícios à prática da agricultura .

Em relação à temperatura, a sua situação geográfica associada a outros factores climáticos não permite grandes oscilações. Durante todo o ano apresenta pequenas amplitudes térmicas com uma media anual inferior a 6°C e é também marcado por grandes frescuras.

A temperatura nos meses de Dezembro a Fevereiro é relativamente baixa, devido a invasão dos ventos polares em altitude (ventos frios e húmidos), conservando tal frescura durante quase todo o ano em Assomada e especialmente na Serra Malagueta .

Podemos afirmar que uma das características marcantes do seu clima, é a frescura ao longo do ano, clima ameno e atractivo, resultante do relevo acidentado na maior parte do Concelho.

### 3.4 Aspectos Geomorfológicos (Monteiro Marques)

Em termos geomorfológicos a superfície de Santa Catarina estende desde a escarpa vigorosa da Serra Malagueta até aos contrafortes do Pico de Antónia e é caracterizada por um relevo bastante acidentado com diversidade de formas, entre as quais se destacam :

- Os maciços montanhosos (Pico de Antónia e Serra Malagueta) ;
- Os planaltos ;
- Extensas zonas planas (as achadas) ;
- Cones vulcânicos ;
- As ribeiras ;

O elemento morfológico de maior importância no Concelho, é o maciço do Pico de Antónia, com uma altitude máxima de 1392m que se encontra separado do segundo maior maciço, o de Serra Malagueta com 1063m, numa extensão de 15Km.

Entre esses dois maciços ergue-se um planalto, com uma altitude de 500m, constituído por varias achadas e alguns cones eruptivos. De entre essas achadas podemos destacar, a de Achada Falcão, Achada Lêm, Achada Robão Areia, Achada de Tomba Toiro. Em relação ao Monte Mancholi sobre a Achada Falcão, Monte Tabugal no caminho para Ribeira da Barca, Monte felizote a Sudoeste do Monte Jagao, entre outros, são exemplos de cones de escorias, lapilli e de tufos que aparecem no Concelho.

Para além desses relevos, existem o Monte Afonso, Monte Marques, Monte Cumbem e o de Gil Bispo representado pelo bordo semi circular de uma pequena caldeira que vai sendo desmantelado. O Monte Afonso formou a partir do resto de um cone de tufos bem consolidado de cor vermelho-escuro utilizado na construção civil, o Monte Marques trata-se de uma chaminé traquitica que sobressai da paisagem quer pela dimensão e destaque, quer pela forma quase cónica localizada na ribeira de Faveta a 700m a Norte da povoação dos Picos.

Da vertente escarpa dos maciços do Pico de Antónia e da Serra Malagueta surgem diversas ribeiras, tais como: a Ribeira dos Engenhos, Ribeira dos Picos, Ribeira de

Boaentrada, Ribeira de Tabugal, Ribera da Barca, Ribeira de Palha Carga, Ribeira de Sedeguma, Saltos, Sanção (fig.3.4.1- anexo 1), Cuba, Angra e Selada.

Segundo **Manuel Monteiro Marques**, no seu trabalho “**Caracterização das grandes unidades geomorfológicas da ilha de Santiago**”, a área periférica do planalto está sendo atacada pela erosão regressiva das ribeiras, dada a ausência de vegetação. Além disso as culturas de sequeiro e a dispersão recente da ocupação humana, obriga a desvegetalização dessas áreas.

### **3.5 Geologia (Serralheiro,1976)**

#### **3.5.1 Características gerais**

Na geologia de Santa Catarina, nota-se a presença de sete formações geológicas, sendo a mais recente as Formações Sedimentares recentes e a mais antiga, o Complexo Eruptivo Interno Antigo.

As formações predominantes são as rochas basálticas subaéreas e submarinas;

Encontra-se uma formação característico do Concelho, que è a formação de Assomada, e apresenta apenas a fácies terrestre com mantos e produtos piroclásticos.

#### **3.5.2 Sequencia Estratigráfica**

A semelhança do que se observa na ilha de Santiago, no Concelho de Santa Catarina a sequencia estratigráfico è estabelecida da mais recente (**VII**) a mais antiga (**I**) segundo a descrição na carta geológica (**António Serralheiro, 1970**)

#### **VII- Formações Sedimentares Recentes**

Constituída por duas fácies, a terrestre formada por aluviões, depósitos de vertentes e enxurradas, e a marinha formada por areia e cascalheira da praia encontradas em ribeira da barca ,rincão etc.

#### **VI- Formação de Monte das Vacas**

Constituídas por Cones de Piroclásticos e pequenos derrames associados, e apresenta apenas a facie terrestre. Como exemplo temos o Monte Cumbem e Achada Gomes, Achada Lem, Ribeira das Aguas Podres etc.

## **V -Formação de Assomada**

Esta formação é característico do Concelho, apresentando exclusivamente a facie terrestre com mantos e produtos piroclásticos. Localiza-se no planalto de Assomada, Achada Falcão, Tomba Toiro, Fundura, Boentradinha e Charco.

## **IV- Formação do Complexo Eruptivo Principal (PA)**

Constituído por uma fácies terrestre (série espessa de mantos e alguns níveis de piroclastos, fonolitos, traquitos, tufos e brechas, piroclastos e escoadas intercaladas) e pela facie marinha (mantos basálticos superiores e inferiores separadas por sedimentos marinhos fossilíferos, caso de conglomerados, calcários e calcarenitos intercalados;

As rochas desse afloramento são observadas nas ribeiras de Tabugal, Aguas Podre E Leitãozinho(Picos)

## **III- Formação dos Órgãos (CB)**

Apresenta as duas fácies, a marinha e terrestre. A facie marinha localiza-se na orla marítima em Ribeira da barca sob sob as lavas submarinas do Pico da Antónia, constituída por calcários e calcarenitos fossilíferos.

A facie terrestre é constituída por calhaus angulosos, subangulosos e rolados de natureza basáltica, encontrados em Picos Acima, Ribeira dos Engenheiros Isca e Choupana.

## **II- Formação dos Flamengos**

Possui apenas uma facie, a marinha, constituída por mantos, brechas e piroclastos. Pode ser observada nas Ribeiras de Faveta, Mato Limão (Picos) , Boentradinha, Ribeira de Selada, Angra, Santa Clara etc.

## **I- Complexo Eruptivo Interno Antigo(CA)**

E o afloramento mais antigo, possui apenas a facie terrestre, constituído pelas seguintes subunidades:

- Complexo filoniano de base
- Intrusões de rochas granulares silicatadas;
- Brechas intra vulcânicas e filões brechoides
- Intrusões e extrusões de rochas fonolíticas e traquíticas;
- Carbonatitos (filões)

Esse afloramento pode ser observado em varias áreas do concelho, caso de Ribeirão Manuel, Ribeira dos Picos, Engenhos, Ribeira da Barca, etc.

### **3.6- Hidrogeologia (Mota Gomes)**

#### **3.6.1 Considerações gerais**

A hidrogeologia è o capitulo da geologia, que tem por objectivo estudar o armazenamento e distribuição das aguas da zona saturada das formações geológicas, tendo em conta as suas interacções com o meio ambiente.

Para o seu estudo tem de se apoiar em ciências complementares, tais como: a química, a física, a matemática, a geomorfologia, etc.

Estuda a infiltração, a circulação, o armazenamento e o escoamento das águas superficiais nas formações geológicas, tendo em conta as suas características físicas, químicas bacteriológicas as suas interacções com o meio físico e as suas reacções à influência humana.

#### **3.6.2 As unidades hidrogeológicas**

De acordo com estudos realizados sobre características das formações geológicas, inventários de pontos de agua, ensaios de bombagem, sondagens, exploração e controle dos pontos de agua, foi possível identificar três principais unidades hidrogeológicas, da mais Antiga(A) à mais recente(C), em santa Catarina à semelhança do que acontece em toda a ilha de Santiago(MOTA GOMES, 2004).REVISTA DO CENTRO DA GEOLOGIA.

##### **A- Unidade de Base**

Constituem esta unidade o Complexo Eruptivo Interno Antigo (C.A), a formação dos Flamengos e a formação dos Orgãos (C.B).Esta unidade é caracterizada por possuir uma

elevada compacidade, baixa permeabilidade reduzindo a capacidade de infiltração devido a alteração dos afloramentos que atingem a maior parte das vezes o estado de massas argilosas.

Devido à fraca permeabilidade, essas três formações sob o ponto de vista hidrogeológico são designados por unidade de base constituindo o substrato da ilha.

#### **B- Unidade Intermédia-**

Constitui esta unidade o Complexo Eruptivo Principal(PA), formado essencialmente por mantos basálticos subaéreos com intercalações de piroclastos e mantos basálticos submarinos. O Complexo Eruptivo do Pico de Antónia, devido à sua considerável espessura estendendo-se por toda a ilha, formando os principais relevos e as plataformas estruturais que constitui o aquífero principal do Concelho.

#### **C- Unidade recente -**

Esta unidade é constituída pela formação do Monte das Vacas (M.V), constituída por cones de material piroclásticos (tufos, bagacinas, bombas e escorias) e derrames associados, com alto grau de permeabilidade e porosidade. Localiza-se nas zonas altas, com alto índice de pluviometria e, devido à sua permeabilidade, a infiltração é privilegiada; todavia, não permite a retenção de água infiltrada, devido às suas características, o que faz com que a água seja drenada rapidamente para níveis inferiores, chegando assim ao aquífero principal.

Em Santiago de acordo de acordo com o mapa da rede hidrográfica da ilha (Amaral, 1964) são consideradas três grandes áreas de drenagem delimitadas por tiradas do pico da Antónia para:

- -baía do medronho (Tarrafal) passando pela Quebrada;
- -baía da santa clara passando pela achada lagoa,
- -Ponta brinda, através de pedra branca e de ribeirão chiqueiro.

### **3.6.3 Inventário de Pontos de Água**

O Inventário de pontos de água baseia-se na obtenção, por meio de inquéritos e análises de dados relacionados com a hidrogeologia subterrânea da região que se estuda, resultante das informações recolhidas junto dos consumidores da água. (Mota Gomes-1980)



É o método que permite conhecer rapidamente e sem grandes custos as características gerais duma dada zona, pelos menos nas primeiras etapas de estudo sem recorrer a reconhecimento do tipo directo.

Ponto de água é tudo ou qualquer lugar, obra civil ou circunstancias que permitem um acesso directo ou indirecto a um determinado aquífero tais como: sondagens, furos, poços, nascentes, galerias, lagoas ou lagunas.

Com a realização do inventário de pontos de água pode-se conhecer os seguintes dados:

1. Perfil litológico da perfuração ou situação geológica da zona;
2. Características químicas e bacteriológicas da água extraída;
2. Volume de água utilizada por unidade de tempo;
3. Posição do nível piezométrico (nível da água)
4. Evolução com o tempo, dos dados 2, 3 e 4.

A exploração dos dados obtidos com o inventario dos pontos de agua permite obter aa indicação do valor total da agua extraidana zona ,que é ,um factor importantíssimo para o balanço hídrico do aquífero, pois constituem na realidade parte das saídas do aquífero. Estas informações podem ser decisivas na altura da planificação das futuras actuações do homem sobre o aquífero.

Neste Concelho os pontos de água que mais tem contribuído para satisfazer as necessidades da população são, os furos, nascentes e poços que se encontram distribuídos por diversas localidades, onde a localização nem sempre é de fácil acesso. O trabalho de inventários de pontos de Água tem dado grande e valiosa contribuição para a Gestão da água.

### **Pontos de Exploração**

No concelho de Santa Catarina são explorados cerca de **343** pontos de água, integrando poços, nascentes e furos.

Esses pontos de exploração estão georeferenciados e lançados num banco de dados no INGRH.

A tabela que se segue representa um resumo dos pontos explorados destacando os que estão na rede de controlo pelo INGRH.

A tab.3.6.3.1 que se segue ilustra um resumo da quantidade dos pontos de água que são explorados no concelho de Santa Catarina

**tab. 3.6.3.1 : Pontos de água explorados**

<b>Pontos de água explorados</b>	<b>Furos</b>	<b>Nascentes</b>	<b>Poços</b>
Total	49	143	151
<b>rede de controlo</b>	29	16	3

**Fonte: INGRH Banco de Dados**

**No concelho de Santa Catarina, de acordo com INGRH**

De acordo com o “banco de dados do INGRH” os furos de exploração são 49, distribuídos nas diferentes localidades do concelho.

Observa o mapa em baixo (fig.3.6.3.1) com os furos de exploração para o abastecimento no concelho.

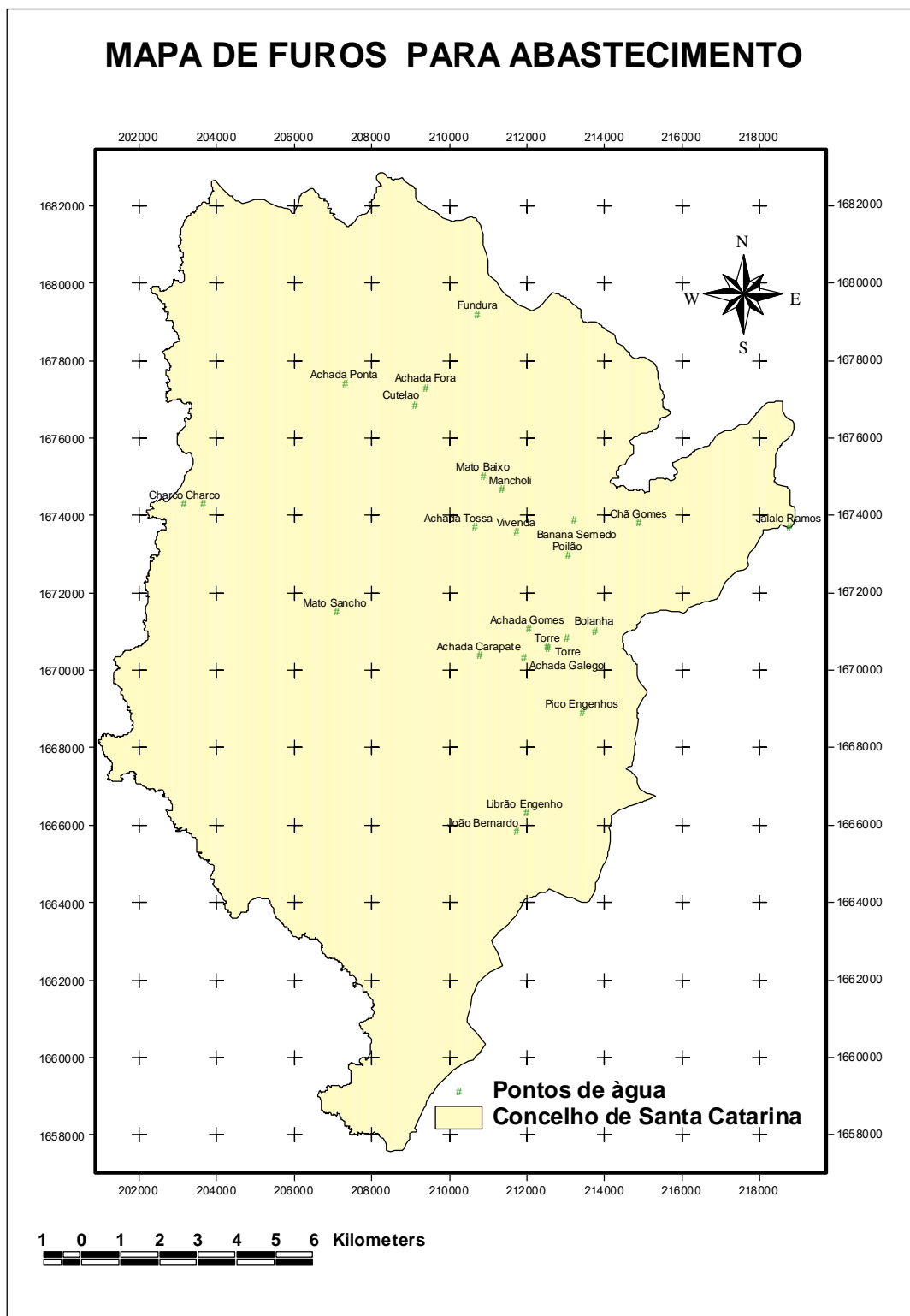


Fig.3.6.3.1 Mapa de furos de exploração do Concelho de Santa Catarina

-Segui-se uma descrição dos furos de exploração, suas localidades, coordenadas geográficas,

Tabela nº 3.6.3.2: Furos de exploração no concelho de Santa Catarina

<b>CÓDIGO</b>	<b>PONTOS DE ÁGUA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBS:</b>
FBE-067	FURO		
FBE-069	FURO	ACHADA Tossa	
FBE-072	FURO		
FBE-073	FURO	Achada Fora	
FBE-074	FURO	Poilao	
FBE-076	FURO	Pingo Chuva	
FBE-077	FURO	Banana semedo	
FBE-083	FURO	Chã de baixo	
FBE-084	FURO	Chã De tanque	
FBE-085	FURO	Chã De tanque	
FBE-087	FURO		
FBE-089	FURO	Pinha	
FBE-090	FURO	Faveta	Concelho dos Picos
FBE-092	FURO	Ponta Fundo	Concelho dos Picos
FBE-094	FURO	Manhanga	Concelho dos Picos
FBE-095	FURO	Manhanga	Concelho dos Picos
FBE-097	FURO	Covão Grande	Concelho dos Picos
FBE-098	FURO	Ribeira Da Barca	
FBE-099	FURO	Achada Ponta	
FBE-100	FURO	Achada galego	
FBE-104	FURO		
FBE-110	FURO	Ribeira da barca	
FBE-113	FURO	Achada galego	
FBE-117	FURO	Bolanha	
FBE-119	FURO	Mato baixo	
FBE-120	FURO	Achada Carapate	
FBE-133	FURO		

FBE-138	FURO	Entre Picos De Reda	
FBE-148	FURO	Entre Picos De Reda	
FBE-149	FURO	Entre Picos De Reda	
FBE-161	FURO	Pedra Barro	
FBE-162	FURO	Pedra Barro	
FBE-165	FURO		
FBE-170	FURO	Charco	
FBE-171	FURO	Charco	
FBE-172	FURO	Rombado	
FBE-173	FURO	Jalalo	Concelho dos Picos
FBE-179	FURO	Caris morto	
FBE-180	FURO	Caris morto	
FBE-201	FURO	Charco	
FT-127	FURO	Fundura	
FT-145	FURO		
FT-185	FURO	Ponta Fundo	
FT-186	FURO		
FT-212	FURO	Ribeirao Areia	
FT-213	FURO	Ribeira Da Barca	
FT-214	FURO	Ribeira Da Barca	
FT-216	FURO	Charco	
FT-237	FURO	Manhanga	

**Tab.3.6.3.2-furos de exploracao no Concelho**

**Fonte: INGRH**

Outros pontos de exploração são as nascentes e os poços.

### **3.6.4 Pontos de água Monitorizadas pelo INGRH**

Os pontos de água em Santa Catarina, são controlados três vezes ao ano. O primeiro controlo é feito no início do ano, segundo controlo, no período antes e depois das chuvas e o terceiro, no final do ano.

Segundo um relatório feito pela divisão dos Recursos Hídricos, os trabalhos realizados de Janeiro de 2008 a Dezembro do mesmo ano, nota-se, que apenas 28 furos, 1 nascentes e 3 poços são os que estão na rede de controlo.

A tabe.3.6.4.1 mostra furos que são mais produtivos nomeadamente FBE-97, 117, 100, e 02), alguns que se encontram avariados como (01, 127, 95,77) sem registos dos caudais de exploração, e outros sem qualquer informação, isto tudo nos parece ser défice no controlo hidrogeológico.

Ainda mostra a produção máxima recomenda por dia e horas recomendadas para bombagem.

<b>Furo</b>	<b>Localidade</b>	<b>Horas de exploração recomendado/ dia</b>	<b>Prod. M. recom./dia</b>	<b>Utilização</b>	<b>Observação</b>
FBE – 67	Cruz grande	7	28	Abast	
FBE – 69	Achada Tossa	4,5	14,85	Abast	
FBE- 73	Achada Fora			Abast	
FBE- 74	Boaentrada(Po ilão)	7	31,5	Misto	
FBE – 76	Chã Gomes	5	17,5	Abast	
FBE- 77	Banana Semedo	Não há registo	Não há registo	Abast	Avariado
FBE- 83	Achada Gomes	2	4	Abast	
FBE- 89	Pinha do Engenhos	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE- 92	Assomada- Torre	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE- 94	Librão	8	40	Abast	
FBE- 95	João Bernardo		0	Abast	Avariado
FBE- 99	Achada Ponta	6	24	Abast	
FBE- 100	Achada Galego	10	70	Abast	
FBE- 116	Achada Galego Escola Luiz Allaz			Abast	
FBE- 117	Assomada- Bolanha	16	240	Abast	
FBE- 119	Mato Baixo	Não há registo	Não há registo	Abast	
FBE-	Fundura	10	30	Abast	Avariado

127					
FRB-161	Carris Morto	Não há registo	Não há registo	Abast	
FRB-170	Charco	Não há registo	15	Abast	
FRB-186				Abast	
FRB-212	Cutelão		36	Abast	
FBE-201	Charco		12	Ind.	Rega
FRB- 01	Mato Sancho	Avariado		Abast	Avariado
FRB- 02	A. Carrapate		64	Abast	
FRB- 03	Mancholy			Abast	
FBE- 97	Achada Igreja	18	144	Abast	
FBE- 90	Pico Freire	2	10	Abast	
FBE-104	Leitão Grande	6	7,2	Abast	

**Tab.3.6.4.1-furos monitorizados**

**Fonte: INGRH Tabela 4.5 Furos Monitorizados.**

Dos 28 furos que estão na rede de controlo, anota que se destina essencialmente para o abastecimento.

Os furos destinados a para a rega são FBE-74 (misto) em Boa Entrada-Poilão e FBE-201 em Charco (Privado).

Ainda na Ribeira de Charco existem três furos caso de FBE-170 (Fig.3.6.4.1 – anexo 1) e mais dois que não estão assinaladas destinados a rega, pertencente a associação ABN (fig.3.6.4.1- anexo 1)

Segundo um responsável do SAAS seria muito difícil, se não impossível, cumprir as horas máximas para exploração e o caudal máximo de exploração, visto que se sente incapacitado em responder a todas as demandas das populações.

São apenas 3 poços (50-5, 50-06 e 50-15), no concelho que estão na rede de controlo e ficam situado em Charco, Ribeira da Barca e Boa Entrada respectivamente(fig.3.6.4.2-anexo 1).

Dos 143 nascentes, apenas 16 que estão na rede de controlo (fig.3.6.4.3-anexo 1).



### 3.7 Volume de água produzida durante o período seco e época pluviosa

A tab.3.7.1 que se segue, ilustra um resumo da quantidade de água produzida e distribuída durante o ano de 2008.

Meses/ 2005	Produção em (m)	Domicílio	Outros( font., cist, camões).	Rega tradicional
Janeiro	45.005,00	38.955,39	5349,61	700,00
Fevereiro	42.695,00	37.154,12	5090,88	450,00
Março	45.688,00	39.509,65	6084,35	94,00
Abril	46.329,00	36.982,11	9346,89	514,00
Maio	50.989,00	43.097,28	7277,72	614,00
Junho	41.874,00	32.651,95	9222,06	100,500
Julho	45.065,00	36.593,97	8028,03	420,00
Agosto	43.700,00	38.352,72	5126,28	210,00
Setembro	38.701,00	34.579,25	4031,75	90,00
Outubro	41.463,00	37.036,00	4344,00	50,00
Novembro	42.648,00	35.510,40	6935,6	180,00
Dezembro	46.708,00	37.634,50	8931,5	120,00
<b>Total</b>	<b>530.865,00</b>	<b>448.057,34</b>	<b>78.249,67</b>	<b>4.447,00</b>

Os meses de maior produção são Abril e Maio, e os de menor produção são Setembro, Outubro e Novembro.

#### Tabela volume Explorado durante o mês de Maio de 2008

Concelho de	Total de	Rega	Rega	AAP	IND
Santa	Produção	Tradicional	gota-		
Catarina			gota		
	<b>50.626,00</b>	<b>2.027,00</b>	_____	<b>48.599,00</b>	_____

**Fonte: INGRH**

Analisando o quadro verifica-se que o volume de água produzida na sua maioria é para o abastecimento; isto é, cerca de 98% da água produzida segue directamente ao abastecimento e apenas 2% de água produzida se destina a rega tradicional.

Realça ainda que não há registo sobre a quantidade de água destinada para as construções, mas é do conhecimento que o concelho de Santa Catarina está em permanente construções cada dia que passa com um aumento acelerado.

Para as construções utiliza-se as águas produzidas para o consumo.

No entanto essa falha de registos da quantidade de água destinada para construções demonstra uma deficiência do controlo hidrogeológico no concelho.

Os poços que quase não se fazem controlo, visto que dos 86 poços existentes no concelho (segundo uma ficha de Inventários de Infra-estruturas e Pontos de Água dos Sistemas de AAP/Rega) apenas dois são controlados e facturados mensalmente.

O controlo hidrogeológico debruça-se essencialmente nos furos de exploração existentes, dos outros pontos de água (nascentes e poços) pouco se controlam.

Os pontos piezométricos existente até o momento é apenas FT- 185 (Torre Assomada).

Deve-se realçar ainda que do único ponto de piezometria existente (FT- 185-Torre) encontra-se fora de rede de controlo, visto que o furo não contém água, está seco, sendo assim, o concelho não dispõe de furo de piezometria.

No actual concelho de Santa Catarina, existem 28 furos, 24 nascentes e 86 poços. A maioria dos poços e nascentes funcionam somente nas épocas das chuvas.

#### IV- PROBLEMATICA DA INTRUSAO SALINA NO CONCELHO DE SANTA CATARINA (BENITEX, Alberto-Capitacion de Aguas Subterrâneas)

##### 4.1 Considerações gerais

Actualmente um dos temas mais falado dentro da exploração das águas subterrâneas é a intrusão salina. O estudo desse tema reveste-se de grande importância no que se refere à exploração de aquíferos principalmente nas regiões costeiras. O fenómeno da intrusão marinha (mistura de água salgada com água doce), actualmente é bastante conhecido porque é um dos grandes problemas relacionados com o abastecimento de água à população, à agricultura e também ao gado.

A partir de 1968, Cabo Verde tem enfrentado problemas de seca, o que levou a uma excessiva e incontrolada exploração de reservas subterrâneas, sem ter uma recarga natural pelas águas das chuvas e, conseqüentemente, uma inesperada e prejudicial intrusão salina principalmente nas zonas costeiras.

No que concerne ao Concelho de Santa Catarina são conhecidos indícios de intrusão salina nalgumas zonas costeiras, como Ribeira de Charco (tab.4.1.1)

**Tab.4.1.1-**Condutividade de alguns furos no concelho de Santa Catarina relativamente 2008

FUROS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
FBE-73	380	380	390	390	430	700	430
FBE-74	1770	1740	1700	1690	1720	1700	1700
FBE-89	1770	1180	1009	1010	1005	1240	1330
FBE-90	1430	1420	1570	1568	1560	1550	1560
FBE-92	490	*	*	*	*	*	*
FBE-94	410	410	420	410	410	450	440
FBE-95	420	430	430	420	420	510	470
FBE-99	394	380	370	380	420	420	*
FBE-100	440	430	600	470	470	470	480
FBE-104	*	*	*	*	*	*	*
FBE-116	460	450	430	450	500	510	500
FBE-117	430	430	440	430	490	480	480
FBE-161	620	620	630	630	700	690	680
FBE-170	1400	1350	1350	1330	1530	1500	1530
FRB-01	1400	1400	1400	1400	1620	1560	1600
FRB-02	400	410	400	400	490	430	440
FRB-03	636	640	660	620	720	700	690

<b>FT-186</b>	<b>500</b>	<b>480</b>	<b>460</b>	<b>460</b>	<b>510</b>	<b>590</b>	<b>580</b>
<b>FT-212</b>	*	*	*	*	*	*	

Fonte: INGRH

No caso de FBE-97, FT-212 e FBE-104 não há dados em relação à sua condutividade.

Um dos furos com maiores indícios de intrusão salina, não se encontra na rede do controlo do INGRH, por ser privado. É o caso do FBE-201(fig.4.1.1- anexo 1) na zona de João Gago (Ribeira de Charco), que ultrapassa de longe o valor máximo recomendado.

O resultado da análise indica que a zona de “João Gago” se encontra numa situação de salinidade crítica, com impacto directo sobre os solos; que por sua vez tem como consequência, a redução da produção agrícola e a esterilização dos mesmos (fig4.1.1-anexo 1).

Para além dos furos com indícios de intrusão salina, encontram-se alguns poços nessa localidade que já se encontram numa situação crítica (fig4.1.2- anexo1)

Perante esta situação é de destacar como principais causas da intrusão salina as seguintes:

1-Bombagem excessiva nos furos e poços explorados nas regiões costeiras, contribuindo assim para que haja deslocação da água subterrânea do mar em direcção aos pontos de água .

2-Apanha desenfreada de areias nas praias (fig.4.1.3-anexo) provocando o desaparecimento do cordão litoral e consequentemente, o crescente avanço da água do mar para a terra.

Como exemplo disso temos a parte terminal da ribeira do charco que evidencia e bem os indícios da Intrusão Salina que é preciso lutar contra ela (fig.4.1.4- anexo).

Para controlar a intrusão salina é aconselhável a execução de estudos matemáticos do comportamento da água subterrânea doce e salgada, o cálculo da posição da interface (feito no limite de separação entre os dois tipos de água), o caudal

da água que vai ao mar e a aplicação de normas gerais da exploração dos aquíferos costeiros.

#### **4.2 Aspectos dinâmicos e físicos do movimento simultâneo de água doce e salgado subterrâneo**

:

Considerando que as características que influenciam o potencial de intrusão salina, são inerentes e intrínsecas de cada sistema aquífero, os factores mais importantes que influenciam a intrusão salina, são:

- Tipo de aquífero
- Profundidade do nível nos pontos de água subterrânea, acima do nível do mar;
- Distância perpendicular à linha da costa;

##### **Tipo de aquífero**

As águas subterrâneas ocorrem geralmente em formação geológicas, confinadas, não confinadas, semi confinadas, ou limitadas por uma ou mais fronteiras. Admitindo que a base do aquífero se situa abaixo do nível médio da água do mar, este se torna mais susceptível a intrusão salina quando abordamos as regiões costeiras.

A extensão de intrusão salina depende basicamente do desequilíbrio entre água doce e salgada.

De entre os aquíferos acima referido o aquífero confinado é mais vulnerável, devido a formação de um cone de depressão maior nos furos em bombagem. Enquanto que o grau de vulnerabilidade do aquífero livre é ligeiramente inferior e este por sua vez desenvolve desde a superfície até uma formação menos permeável e será afectado pela intrusão comparado com um aquífero confinado visto que a pressão da água no aquífero livre na parte superior é igual a pressão atmosférica como é o caso da região em estudo, Santa Catarina, mais concretamente a ribeira de charco cujo o aquífero é constituído por basalto submarino permeável.

##### **Profundidade ao nível nos pontos de água subterrânea, acima do nível médio do mar.**

O nível da água subterrânea em relação ao nível médio da água do mar, determina a pressão hidráulica necessária para provocar o recuo da frente de água salgada. Quando houver o

aumento do nível de água no aquífero há aumento de água doce na interface e, com a diminuição considerável do nível de água no aquífero há aumento do comprimento da interface da cunha salgada.

Quando se põem em contacto dois fluidos de diferentes pesos específicos, como é o caso da água doce e salgada subterrâneas, através de um meio poroso, depara-se com uma superfície de separação ou seja, uma fronteira entre ambos, cujo nome é interface.

### **Distancia perpendicular á linha da costa**

O impacto máximo de intrusão salina verifica-se a distancias mais próximas da costa, diminuindo para o interior da ilha. No caso concreto do estudo efectuado no Concelho de Santa Catarina, os pontos de água, mais concretamente, os furos onde foram recolhidos amostras de águas para análise laboratorial estão situados a uma distancia igual ou superior um quilometro, a esta distancia o impacto é menor, contudo, dá-nos uma ideia como é que a parte mais próxima domar esta a nível da contaminação salina.

## **4.3 EXPLORAÇÃO DE AQUÍFEROS COSTEIROS (Custodio,1975)**

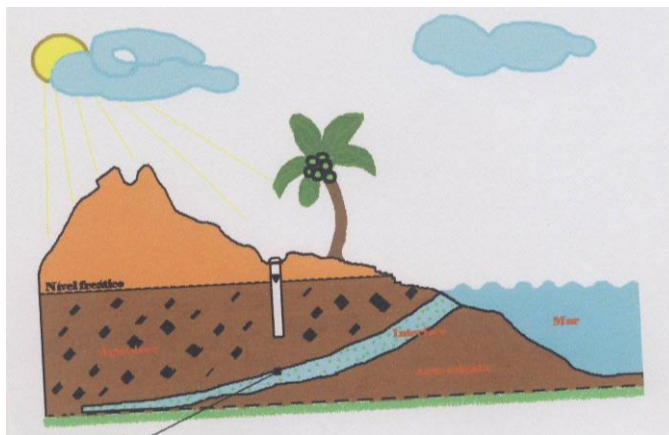


Fig.4.3.1-Aquífero costeiro

Apoiando nos trabalhos de Alberto Benitex captacion de águas subterrâneas e de algumas monografia consultadas (Intrusão salina nos Concelhos de Santa Cruz e São Domingos) sobre a «INTRUSAO SALINA» já é sabido que em condições de equilíbrio dinâmico das água subterrânea (doce e salgada) num aquífero originam uma posição estável de interfície entre ambos exceptuando algumas flutuações devido as marés e as influencias das estações.

Se por acaso houver uma alteração nas condições iniciais de equilíbrio devido à bombagem, a interfície movimenta-se ate alcançar uma nova posição de equilíbrio. A rotura do equilíbrio inicial é provocada pelo movimento da interfície e o aumento da espessura da zona de transição.

No entanto quando se pensa explorar a água de um aquífero costeiro será necessário conhecer, de antemão, qual será a extensão do fenómeno acima referido e ate que ponto se pode permitir o seu movimento.

Deve-se evitar um avanço excessivo da interface, visto que é custoso e difícil dessalinizar a água de um aquífero salinizado.

Em relação ao Concelho de Santa Catarina há indícios de intrusão salina em alguns pontos de água explorados (**fig.4.3.2-anexo 1**)

A distribuição real de da água subterrânea doce e salgada num aquífero é geralmente, o resultado de uma longa historia hidrogeologica.

É necessário conhecer as características geológicas e Hidrogeológicas do aquífero, bem como as consequências que poderão advir após a exploração do aquífero costeiro.

Infelizmente, a bombagem excessiva e a falta de um controle rigoroso ao longo dos anos de fraca precipitação, agravado pela apanha da areia, também sem controlo adequado, ocasionaram fenómenos de intrusão salina no Concelho de Santa Catarina principalmente nas zonas próximas do mar (fig.4.3.3- anexo 1)

#### **4.4 Controle da Intrusão Salina**

De acordo com o trabalho de Emílio Custodio na sessão 13,capitulo 13.2 - (Exploração de aquíferos costeiros e limitação da intrusão salina, em hidrologia subterrânea, tomo 2) existem vários métodos para prevenir ou controlar a intrusão salina, cada um deles com as suas características funcionais e apropriadas para circunstancias determinadas, podendo assim destacar os mais importante:

##### **1. Modificação da bombagem**

Se a exploração é superior à recarga, pode produzir uma penetração indesejável da cunha salina pelo que se torna necessária uma redução na bombagem ou uma reorganização dos pontos de bombagem que podem, eliminar a intrusão salina. Tanto

num como noutro caso, uma parte da água do aquífero se perde para o mar o que evita a contaminação total do aquífero; o retrocesso é tão lento como o avanço e nem sempre é fácil estabelecer as ferramentas legais para controlar e reduzir a bombagem.

## **2-Recarga artificial**

Admitindo uma adequada distribuição de furos e poços pode-se compensar a sobre bombagem mediante recarga artificial em locais apropriados. O objectivo principal desta técnica é injectar água de boa qualidade no aquífero, para logo depois ser extraída em zonas mais próximas, junto do aquífero. Constrói-se uma série de poços de recarga ao longo da costa. Embora custoso, a vantagem deste procedimento é de não reduzir o volume da água utilizável mas esta técnica possui alguns inconvenientes tais como: não se consegue reduzir a descarga de água doce ao mar ; o estabelecimento de recarga é caro e nem sempre é possível realiza-la da forma desejada.

## **3-Barreira de bombagem**

Cria-se uma linha de poços adjacentes e paralelos ou barreira, no nível pizimétrico ou freático da água subterrânea, limitando assim a intrusão marinha.

Neste método reduz o volume da água utilizável do aquífero, visto que uma certa quantidade de água doce é extraída juntamente com a água salgada para ser lançada ao mar.

## **4-Barreira submarina**

Este método consiste na construção de uma barreira submarina, cuja missão é a de reduzir parcial ou totalmente a permeabilidade do terreno, de forma a impedir a entrada da água do mar no aquífero.

Isso é feito consoante a localização do aquífero:

- Se o aquífero é relativamente superficial, constrói-se um dique enterrado para impedir a entrada da água salgada no aquífero;
- Se o aquífero é profundo, injectam-se produtos impermeáveis no terreno.

É um método custoso, mas permite a utilização de toda a água do aquífero, pois a barreira não só impede a entrada da água salgada mas também impede a saída da água



doce do aquífero para o mar. A sua manutenção em geral é barata mas pode tornar-se cara em zonas que haja movimentos de terrenos, ou sismos frequentes.

#### **4.5 A necessidade de construção de dispositivos de recarga do aquífero e de retenção águas superficiais como factores de luta contra intrusão salina**

Os recursos hídricos têm diminuído desde o ano 1968, no Concelho de Santa Catarina, e não só, devido ao longo período de seca que assolou o arquipélago de Cabo Verde. Isso fez com que haja diminuição drástica de caudal de algumas nascentes e desaparecimento de outras. Nesta óptica houve necessidade de abrir furos com o propósito de explorar os recursos mais profundos.

Contudo, a procura da água vem sendo cada vez maior em virtude do aumento da população, o que condicionou e condiciona uma exploração excessiva da água, o que vem alterando a qualidade e a quantidade da água disponível. Para minimizar esse problema torna-se necessário aumentar a infiltração através das formações geológicas (recarga artificial dos aquíferos), através de construções de obras de retenção das águas superficiais e de correcção torrencial.

Uma das formas de recuperar os aquíferos salinizados é a recarga artificial.

Neste Concelho e não só há uma grande quantidade de água que se vem perdendo para o mar, o que deveria ser perfeitamente aproveitada pela infiltração enriquecendo assim, a recarga dos aquíferos (aluvionar e basáltico).

Para execução das referidas obras é indispensável a avaliação da disponibilidade em águas superficiais, o conhecimento das características de infiltração e escoamento por bacia e por área de drenagem.

A construção de obras de recarga artificial no Concelho é de grande importância, porque a precipitação tem sido bastante irregular nos últimos anos e, a agravar a situação, a bombagem das águas subterrâneas tem-se tornado exagerada, e deficientemente controlada.

É importante sublinhar que a construção de determinados dispositivos de recarga de aquíferos e de retenção das águas superficiais deve conhecer as condições e potencialidades Hidrogeológicas da região e respeitar as regras determinadas, de modo a evitar efeitos secundários com impacto negativo. Por exemplo para construir diques de correcção torrencial, deve-se começar de montante para jusante, com a finalidade de diminuir a velocidade do escoamento superficial, facilitando assim a recarga do aquífero.

Como se sabe, a precipitação tem sido bastante irregular em Cabo Verde, havendo casos de anos em que as chuvas são intensas, muitas vezes bastante erosivas que arrastam solos escoando-se para o mar em grande quantidade, enquanto noutros praticamente não se tem chovido.

Apesar da existência de algumas obras no Concelho, nomeadamente diques, muretes e socacos visando a diminuição dos efeitos provocados principalmente pelos agentes da geodinâmica externa (agentes atmosféricos, água e seres vivos) tem-se notado uma grande perda das águas superficiais para o mar o que poderá ser aproveitada para satisfação das necessidades básicas da população, através de construção de barragens ou outros dispositivos de retenção de águas superficiais.

É uma necessidade eminente a implantação de barragens nalgumas bacias hidrográficas do concelho, nomeadamente, a parte terminal da Ribeira dos Engenhos, a onde nos períodos de muita chuva uma enorme quantidade da água escoar para o mar livremente.

Nas zonas de implementação de barragem é indispensável conhecer condições geológicas propícias para a retenção e o consequente aproveitamento das águas superficiais.

Neste âmbito é de realçar que uma das barragens pertencente ao concelho de Santa Cruz (fig.4.5.1 – anexo 1) já foi construída e em relação ao concelho de Santa Catarina já foi lançada a primeira pedra para a construção da barragem de saquinho.

#### **4.6 Impacto da intrusão salina no concelho de Santa Catarina**

No concelho de Santa Catarina há indícios de intrusão salina pelo que urge tomada de medidas para evitar o pior.

É um facto inquestionável de que mais de metade da população do referido Concelho vive da agricultura. Baseando-se no pressuposto de que a prática da agricultura requer água cujo teor em sal se compatibilize com as necessidades das culturas, é legítimo dizer, que os furos, poços e nascentes em que água com um certo teor de sal tem vindo a surtir efeito negativo no que tange a essa prática.

Sabendo que as actividades económicas desse concelho é na maioria do sector primário (prática de agricultura e criação de gado), não há dúvida de que a qualidade de

água subterrânea é o recurso fundamental para sobrevivência da população, de modo que, se houver intrusão de água marinha no aquífero em exploração, sofrerão vários impactos.

Poder-se-á apontar como consequência da intrusão salina os seguintes:

**a) Má qualidade da água**

No que concerne a este concelho já é visível o aumento de teor em sais principalmente na Ribeira de Charco mas concretamente na zona de João Gago (furo 201) que é explorado apenas para a prática da agricultura, mas actualmente não tem garantias produtivas e com problemas sanitários.

**b) Menor rendimento agrícola**

A água com um teor salino superior ao recomendável para as culturas contribui para má qualidade do produto. Isso porque, sendo a água o principal transportador de nutrientes à planta e o sal um elemento tóxico, quando em grandes quantidades, impede a transmissão regular de nutrientes à planta. Um produto derivado nessas condições é susceptível a pragas e doenças, o que leva a aplicação de produtos químicos, implicando maior gasto, e menor rendimento (fig.4.6.1-anexo 1)

**c) Salinização do terreno**

Os solos estão sujeitos a degradação devido a Salinização em consequência da qualidade da água na rega, a erosão e a extracção de areias (foto nº -anexo 1) nas praias e no leito das ribeiras. A ocorrência de elevada evapotranspiração e reduzida precipitação anual contribuem para a salinização dos solos, acumulando sais ao longo da estrutura do solo. É muito difícil controlar e combater um solo salinizado que se torna impróprio para a agricultura.

**d) Desemprego**

Os problemas da intrusão salina referidos anteriormente constituem causas essenciais da marginalização e êxodo rural de alguns agricultores do concelho, caso não houver solução para o referido problema.

De um modo geral, esses impactos negativos têm contribuído para um baixo nível socio-económico do concelho de Santa Catarina.



## **Conclusões e Recomendações**

Com as informações obtidas durante a elaboração deste trabalho, cheguei a conclusão de que, a bombagem excessiva, a apanha da areia e o longo período de seca, são as principais causas da intrusão salina.

Para melhorar a qualidade de vida da população e das condições para o desenvolvimento do Concelho, deve-se dar prioridade aos problemas e necessidades ambientais como: ocupação de áreas ambientais vulneráveis, caso de Serra Malagueta, degradação dos recursos naturais e cuidar dos já construídos.

Com intuito de melhorar a quantidade e a qualidade da água, recomenda-se às entidades competentes o seguinte:

- Diminuir o número de horas de bombagem nos furos e poços em conformidade com as normas estabelecidas.
- Fazer o controle hidrogeológico, principalmente nos pontos de água em exploração;
- Usar bomba eólica e solar para extrair água do aquífero, por ser mais económico e por ter menos acção directa sobre o nível freático;
- Informar as populações das causas e efeitos da apanha da areia nas zonas litorais e no fundo das ribeiras;
- Construir obras de retenção das águas superficiais;
- Investir mais nas técnicas de recarga do aquífero;
- Promover campanhas de informação e sensibilização para uma melhor racionalização da água;

### Referências bibliográficas

**ALVES, C.A., MATOS et al**, Estudos geológicos, petrologicos e vulcanologico da Ilha de Santiago, Lisboa, 1979.

**AMARAL**, Ilídio do – Santiago de Cabo Verde – A Terra e os Homens, Lisboa, 1964

**BARRETO**, José N. Fernandes – Geologia Económica do Concelho de Santa Catarina, 2004.

**BEBIANO**, J.Bacelar – A Geologia do Arquipélago de Cabo Verde – comunicação do serviço geológico de Portugal. Lisboa, 1932

**BENITEX**, Alberto capitation de aguas subterrâneas.Madrid, 2ªedição,1972.

**CUSTODIO**, Emílio – Hidrogeologia subterrânea. Tomo I, 1975

**FORTES**, Heloisa M.F. – Problemática da Intrusão Salina no Concelho de Santa Cruz, 2001

Instituto Nacional de Estatísticas (**I.N.E**) 2008.

Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (**I.N.G.R.H**)

**MARQUES**, Manuel Monteiro – Caracterização das Grandes Unidades Hidrogeológicas da Ilha de Santiago (Republica de Cabo Verde) 1990.

**MOTA GOMES**, Alberto -Tese de Doutoramento (Hidrogeologia e Recursos Hídricos da Ilha de Santiago (C.V) Universidade de Aveiro)

**MOTA GOMES**.Alberto, A Hidrogeologia de Santiago, 1980.

**PINA**. A. F. Lobo, **MOTA GOMES A.**, **MELO** Teresa e **SILVA** Manuel - A Problemática da Intrusão Salina na Ilha de Santiago. Lisboa, 2004.

**RIBEIRO**, Teresinha J. Moreno – Geologia Económica do Concelho de Tarrafal, 2006 .

**SERRALHEIRO**, António – A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde), Lisboa-1976.

Serviços autónomos de agua e saneamento do Concelho de Santa Catarina.

# ANEXO – 1



Fig.3.3.2 vegetação destruída - solo salinizado



Fig.3.3.3-Zona costeira





Fig.3.4.1 -Ribeira de Sanção



Fig.3.4.2 Desvegetalização





Fig.3.6.4.1-Furo FBE 170- com indícios de intrusão salina



Fig.3.6.4.2- Furo pertencente á associação ABN





Fig.4.1.1-Redução da produção agrícola



Fig.4.1.2-poço em situação crítico - salinizado





Fig.4.1.3-Apanha desenfreada de areia na praia



Fig.4.1.4-Parte terminal da Ribeira de Charco





Fig.4.5.1-Barragem (Ribeira Seca Concelho de Santa Cruz)



Fig.4.6.2-Furo 201 com indícios de intrusão salina - zona João Gago

# ANEXO-2





Foto nº1- Apanha de areia e cascalho



Foto nº 2 e 3- construções perto da praia





Foto nº7- praia degradado



Foto nº 8-Agua do mar em direcção ao mar



Foto nº9-nascente-51-7-ribeira de sanção